



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Determinación de las propiedades del concreto utilizando agregados
de voladura del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica - San
Gaban III, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Choque Machaca, Wilber Yerson
<https://orcid.org/0000-0001-9197-5142>
Hanco Cansaya, Wilmer Jhon
<https://orcid.org/0000-0002-9551-4818>

ASESOR:

Mg. Ing. Villegas Martínez, Carlos Alberto
<https://orcid.org/0000-0002-4926-8556>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por la vida y el conocimiento, a mis queridos padres, por haberme forjado como la persona soy en la actualidad, a mis hermanos que con sus consejos me ayudaron a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios, por haberme brindado vida, salud, fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida, a mis padres quien fue mi aliento en momentos buenos y difíciles, pues reconozco que sin su ayuda nada de esto sería posible.

Mi sincero agradecimiento la a facultad de Ingeniería y arquitectura a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo y su plana docente por la formación, por el apoyo y cooperación brindada para llevar adelante este proyecto. En particular al Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto ya que por buen tiempo a estado apoyándonos decididamente y aconsejando durante toda esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTO..... | iii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS | viii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS | x |
| RESUMEN | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN | 33 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 33 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 34 |
| 1.2.1 Problema general..... | 34 |
| 1.2.2 Problema específico | 34 |
| 1.3 Justificación..... | 34 |
| 1.3.1 Justificación técnica | 34 |
| 1.3.2 Justificación social | 34 |
| 1.3.3 Justificación económica | 35 |
| 1.3.4 Justificación Ambiental | 35 |
| 1.4 Objetivos | 35 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 35 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 35 |
| 1.5 Hipótesis..... | 36 |
| 1.5.1. Hipótesis general | 36 |
| 1.5.2. Hipótesis específica | 36 |
| II MARCO TEÓRICO | 36 |
| 2.1 Antecedentes | 36 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1.1 Internacionales..... | 36 |
| 2.1.2 Nacionales | 38 |
| 2.1.3 Artículo Científico | 39 |
| 2.2 Marco teórico..... | 40 |
| 2.2.1 Componentes del concreto | 40 |
| 2.2.2 Concreto | 47 |
| 2.2.3. Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido | 49 |
| III. METODOLOGÍA | 60 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación | 60 |
| 3.3.1 Tipo de investigación | 60 |
| 3.3.2 Diseño de la investigación | 60 |
| 3.3.3 Nivel de la investigación | 60 |
| 3.3.4 Enfoque de la investigación | 60 |
| 3.2 Variables y operacionalización | 61 |
| 3.2.1 Definición conceptual..... | 61 |
| 3.2.2 Definición operacional..... | 61 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo | 62 |
| 3.3.1. Población | 62 |
| 3.3.2. Determinación de la muestra | 62 |
| 3.3.3. Muestreo..... | 63 |
| 3.4 Técnica e instrumento de recolección de datos | 63 |
| 3.5 Procedimiento | 63 |
| 3.5.1 Extracción de muestras | 63 |
| 3.5.2 Diseño de mezclas para el concreto de 245 kg/cm ² y 280 kg/cm ² | 64 |
| 3.5.3 Propiedades del concreto en estado fresco | 64 |
| 3.5.4 Propiedades del concreto en estado endurecido..... | 64 |

| | |
|--|------------|
| 3.6 Métodos de análisis de datos | 65 |
| 3.7 Aspectos éticos | 65 |
| IV. RESULTADOS | 65 |
| 4.1 Ubicación Del Proyecto Central Hidroeléctrica - SAN GABAN III..... | 65 |
| 4.2 Central Hidroeléctrica - San Gabán III..... | 66 |
| 4.3 Propiedades físicas del agregado de voladura..... | 69 |
| 4.3.1 Análisis granulométrico | 70 |
| 4.3.2 Determinación del contenido de Humedad | 74 |
| 4.3.3 Peso unitario | 75 |
| 4.3.4 Peso específico..... | 78 |
| 4.3.5 Finos que pasan por el tamiz N° 200 | 79 |
| 4.3.6 Resistencia a la degradación del agregado por abrasión | 80 |
| 4.4 Diseño de mezclas del concreto..... | 81 |
| 4.4.1 Diseño de mezclas para el concreto $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ | 81 |
| 4.4.2 Diseño de mezclas para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ | 83 |
| 4.5 Propiedades del concreto en estado fresco | 84 |
| 4.5.1 Prueba de exudación | 84 |
| 4.5.2 Peso unitario del concreto | 87 |
| 4.5.3 Trabajabilidad del concreto | 88 |
| 4.6 Propiedades del concreto endurecido | 89 |
| 4.6.1 Resistencia a la compresión | 89 |
| 4.6.2 Resistencia a la tracción del concreto..... | 93 |
| 4.6.3 Módulo de elasticidad | 97 |
| V. DISCUSIÓN | 99 |
| VI. CONCLUSIONES | 100 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 103 |

| | |
|-------------------------|------------|
| REFERENCIAS..... | 104 |
| ANEXO | 106 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Resistencia a la compresión conforme al tipo de cemento portland..... | 41 |
| Tabla 2: Agregados según su procedencia. | 43 |
| Tabla 3: Agregados conforme al tamaño de partículas. | 44 |
| Tabla 4: Agregados según su densidad..... | 44 |
| Tabla 5: Requisitos granulométricos del agregado fino..... | 45 |
| Tabla 6: Ensayo de Materiales con la Normativa Técnica Peruana y la EG-2013 | 46 |
| Tabla 7: Resistencia a la compresión del concreto. | 55 |
| Tabla 11: Análisis granulométrico del agregado grueso..... | 70 |
| Tabla 12: Análisis granulométrico del agregado fino..... | 72 |
| Tabla 13: Humedad del agregado fino | 74 |
| Tabla 14: Contenido de humedad del agregado grueso | 75 |
| Tabla 15: Peso unitario suelto del agregado fino | 76 |
| Tabla 16: Peso unitario compacto del agregado fino | 77 |
| Tabla 17: Peso unitario suelto del agregado grueso | 77 |
| Tabla 18: Peso unitario compacto del agregado grueso | 77 |
| Tabla 19: Peso específico del agregado fino | 78 |
| Tabla 20: Peso específico del agregado grueso | 78 |
| Tabla 21: Finos que pasan el tamiz N° 200..... | 79 |
| Tabla 22: Peso específico del agregado grueso | 80 |
| Tabla 23: Dosificación de mezcla de concreto método ACI, resistencia $f'c=245$ kg/cm ² | 82 |
| Tabla 24: Dosificación de mezcla de concreto método ACI, resistencia $f'c=280$ kg/cm ² | 83 |
| Tabla 25: Datos del recipiente..... | 85 |

| | |
|---|----|
| Tabla 26: Prueba de exudación..... | 85 |
| Tabla 27: Datos del recipiente..... | 86 |
| Tabla 28: Prueba de exudación..... | 86 |
| Tabla 29: Peso unitario del concreto estado fresco de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ | 87 |
| Tabla 30: Peso unitario del concreto fresco de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ | 87 |
| Tabla 31: Trabajabilidad del concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ | 89 |
| Tabla 32: Trabajabilidad del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ | 89 |
| Tabla 33: Resistencia a la compresión del concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ (7 días) | 91 |
| Tabla 34: Resistencia a la compresión del concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ (28 días)..... | 91 |
| Tabla 35: Resistencia a la compresión para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ | 92 |
| Tabla 36: Resistencia a la compresión para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ | 93 |
| Tabla 37: Resistencia a la tracción para un diseño $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ (7 días)..... | 94 |
| Tabla 38: Resistencia a la tracción para un diseño $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ (28 días)..... | 95 |
| Tabla 39: Resistencia a la tracción para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (7 días) | 96 |
| Tabla 40: Resistencia a la tracción del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ | 96 |
| Tabla 41: Módulo de elasticidad para un concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ | 97 |
| Tabla 42: Módulo de elasticidad para diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ | 98 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Diagrama Relación agua – cemento | 42 |
| Figura 2: Ensayo de asentamiento..... | 51 |
| Figura 3: Clasificación del concreto conforme su consistencia. | 51 |
| Figura 4: Ensayo de Exudación..... | 52 |
| Figura 5: Medidores de presión..... | 53 |
| Figura 6: Ensayo de rendimiento volumétrico. | 54 |
| Figura 7: Resistencia a la compresión del concreto en función de la relación a/c.56 | |
| Figura 8: Ensayo de compresión..... | 58 |
| Figura 9: Tipos de falla de los cilindros de concreto..... | 58 |
| Figura 10: Ensayo de flexión con carga en dos puntos. | 59 |
| Figura 11: Ubicación en satelital según diseño en 3D de la central hidroeléctrica - san gabán..... | 65 |
| Figura 12: Vista y diseño 3D de la zona geográfica de la central hidroeléctrica - san gabán. | 66 |
| Figura 13: Construcción de obras civiles de la Central Hidroeléctrica – San Gabán III. | 66 |
| Figura 14: Construcción de la presa derivadora..... | 67 |
| Figura 15: Acceso ventana uno al túnel de conducción CHSGIII. | 67 |
| Figura 16: Se observa que el túnel cuenta con una longitud de 6200 m y un ancho de 3 m. | 68 |
| Figura 17: El túnel de conducción encargada de conducir el caudal hacia el conducto de presión. | 68 |
| Figura 18: Extracción del agregado de voladura del Túnel de Conducción | 69 |
| Figura 19: Extracción del agregado de voladura | 69 |
| Figura 20: Curva granulométrica del agregado de voladura grueso..... | 71 |

| | |
|---|----|
| Figura 21: Tamizado del agregado grueso..... | 71 |
| Figura 22: Curva granulométrica del agregado fino | 73 |
| Figura 23: Tamizado del agregado fino..... | 73 |
| Figura 24: Prueba del contenido de humedad | 74 |
| Figura 25: Prueba del peso unitario del agregado grueso..... | 75 |
| Figura 26: Prueba del peso unitario del agregado fino..... | 76 |
| Figura 27: Peso específico del agregado grueso | 79 |
| Figura 28: Finos que pasan por el tamiz N° 200 | 80 |
| Figura 29: Resistencia a la degradación | 81 |
| Figura 31: Prueba de exudación del concreto | 84 |
| Figura 33: Prueba de trabajabilidad del concreto | 88 |
| Figura 34: Trabajabilidad de 3" a 4" del concreto | 88 |
| Figura 36: Prueba de la resistencia a la compresión..... | 90 |
| Figura 37: Prueba de la resistencia a la compresión..... | 90 |
| Figura 38: Prueba de la resistencia a tracción indirecta..... | 93 |
| Figura 39: Probetas para determinar la resistencia a la tracción..... | 94 |

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal el determinar las propiedades físicas de los agregados de voladura del túnel de conducción de la central hidroeléctrica San Gabán III, las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, para concretos de mediana resistencia. La investigación fue aplicada, con un enfoque cuantitativo, y diseño experimental, donde se obtuvo una muestra representativa de agregado de voladura del túnel de conducción de la central hidroeléctrica San Gabán III para obtener las propiedades del agregado de voladura y una cantidad de 48 probetas para obtener la resistencia a compresión y tracción a los 7 y 28 días. Se obtuvo como resultado que se llegó a una resistencia a compresión promedio de 60.98% a los 28 días de un diseño $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$, y se llegó a una resistencia promedio de 55.67% a los 28 días de un diseño $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$. Además, se alcanzó a una resistencia a tracción promedio de 19.02 kg/cm^2 a los 28 día para un diseño $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$, y se llegó a una resistencia promedio de 19.28 kg/cm^2 a los 28 días para un diseño $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$. Concluyendo que no es posible usar los agregados de voladura, como concreto del tipo estructural.

PALABRAS CLAVES: Agregados de voladura, concreto estructural, túnel.

ABSTRACT

The main objective of the present investigation is to determine the physical properties of the blasting aggregates of the conduction tunnel of the San Gabán III hydroelectric plant, the properties of the concrete in fresh and hardened state, for concrete of medium resistance. The research was applied, with a quantitative approach, and experimental design, where a representative sample of blast aggregate from the conduction tunnel of the San Gabán III hydroelectric plant was obtained to obtain the properties of the blast aggregate and a number of 48 specimens for obtain the compressive and tensile strength at 7 and 28 days. It was obtained as a result that an average compressive strength of 60.98% was reached at 28 days of a design $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$, and an average resistance of 55.67% was reached at 28 days of a design $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. In addition, an average resistance of 19.02 kg/cm^2 was reached at 28 days for a design $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$, and an average resistance of 19.28 kg/cm^2 was reached at 28 days for a design $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Concluding that it is not possible to use blasting aggregates, such as structural type concrete.

KEYWORDS: Blast aggregates, structural concrete, tunnel.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Para que una estructura realizada de concreto sea segura y funcional, requiere que tenga deflexiones pequeñas y fisuras tolerables, así como la resistencia adecuada para soportar todas las cargas. El concreto con el cual se realizan estas estructuras, se obtiene a partir de la mezcla de cemento, arena, grava y agua; el cual una vez mezclado se endurece en la forma y dimensión requerida. Las propiedades del concreto dependen de la proporción de la mezcla, del tipo de material, y las condiciones de humedad y temperatura (Nilson & Darwin, 2001).

La resistencia que tengan los agregados, impactan en la resistencia a compresión del concreto, además que la durabilidad del concreto está en función a las propiedades del agregado (McCormac & Brown, 2011). Los agregados están en proporción del 70% al 80% del concreto en volumen, por lo cual es importante poder conocer las características que tiene estos, ya que influyen significativamente en las propiedades que tenga el concreto, el diseño de mezclas y el costo (León & Ramíres, 2010).

Los agregados de la voladura pueden utilizarse para la fabricación del concreto, esto dependiendo de la calidad de la roca in situ y del método de excavación a utilizar, teniendo en cuenta que el material excavación no es un agregado uniforme, desde el punto de vista geométrico, físico y petrográfico puesto que está en función a las condiciones geológicas donde se realiza la excavación (Voit et al., 2020).

La construcción de túneles produce movimientos de tierra a gran escala, donde se genera material de excavación como subproducto. EL material de excavación es llevado usualmente como un relleno sanitario, sin embargo, puede utilizarse como sustituto de agregados minerales convencionales de construcción (Voit & Kuschel, 2020).

El sector construcción generara un impacto negativo en el medio ambiente, por lo cual es de importancia buscar soluciones sostenibles, que reduzcan el excesivo consumo de recursos naturales (Benito et al., 2018). Al no utilizar el material de voladura de los túneles en la construcción, se tendrá que buscar zonas para la depositar el material. Teniendo en cuenta que los túneles se encuentran muchas

veces en zonas de difícil acceso, genera mayores costos para el adecuado reciclaje del material (Voit et al., 2020).

La investigación busca de determinar las propiedades del concreto utilizando agregados de voladura del Túnel de conducción central hidroeléctrica San Gaban III-2021, de esta manera se podrá utilizar los agregados provenientes de la voladura del Túnel y se disminuirá el impacto negativo que tiene el sector construcción.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados de voladura del túnel de conducción de la central hidroeléctrica San Gaban III, las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, para concretos de mediana resistencia?

1.2.2 Problema específico

¿Cuáles son las propiedades físicas del agregado de voladura?

¿Cuál será el diseño de mezclas para concreto de mediana resistencia; $f'c=245$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm²?

¿Cuáles son las propiedades físicas del concreto en estado fresco?

¿Cuáles son las propiedades del concreto en estado endurecido?

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación técnica

La presente investigación, tuvo una justificación técnica en donde se aplicó los conceptos en el diseño de mezclas de concreto. En lugar de usar el agregado convencional para la elaboración de concreto, se usó el material de voladura del túnel.

1.3.2 Justificación social

La investigación tiene un aspecto social, debido a que los pobladores que se encuentran en áreas cercas al túnel de conducción podrán contar con agregado para poder elaborar el concreto a un menor precio.

1.3.3 Justificación económica

La presente investigación tiene un impacto económico, debido a que el material proveniente de la voladura del túnel de conducción se usará como un componente del concreto. El concreto generado con los agregados de voladura, se podrá utilizar en las diversas estructuras que se realizan en el túnel de conducción de la central hidroeléctrica San Gabán III.

1.3.4 Justificación Ambiental

Es importante que el sector construcción genera cada vez menos impacto ambiental negativo. Por lo que mediante la presente investigación se busca reducir el impacto ambiental, utilizando el material de voladura de los túneles. Esto beneficiara al medio ambiente, puesto que generará que la construcción del túnel sea más amigable con el medio ambiente. Así como generará que la construcción del túnel sea auto-sostenible, debido a que proveerá de materiales de construcción para que el proyecto siga avanzando.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar las propiedades físicas de los agregados de voladura del túnel de conducción de la central hidroeléctrica San Gabán III, las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, para concretos de mediana resistencia.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas del agregado de voladura.
- Realizar el diseño de mezclas para concreto de mediana resistencia; $f'c=245$ kg/cm², $f'c=280$ kg/cm².
- Determinar las propiedades físicas del concreto en estado fresco.
- Determinar las propiedades del concreto en estado endurecido.

1.5 Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Es posible obtener las propiedades físicas para la elaboración del concreto estructural de mediana resistencia.

1.5.2. Hipótesis específica

- Es posible obtener las propiedades físicas del agregado de voladura.
- Es posible obtener los proporcionamientos de materiales para diseño de mezcla de los concretos $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.
- Es posible obtener las propiedades físicas del concreto en estado fresco de acuerdo a las normas técnicas.
- Es posible obtener las propiedades del concreto en estado endurecido de acuerdo a las normas técnicas.

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Internacionales

Alnuaim et al., (2021) Su estudio tuvo como finalidad analizar el uso potencial del material excavado por tuneladores como agregado estructural de hormigón. La investigación fue del tipo cuantitativa experimental. Se obtuvo como resultado que el 20% del material excavado estaba compuesto con carbonato de calcio, mientras que no se observaron compuestos puzolánicos; las propiedades del concreto fresco estaban dentro del rango aceptable, la porosidad y la difusividad del cloruro fueron más altas que el control de la mezcla, así como la oposición a la compresión fue menor que la muestra de control. Por lo cual se concluye que el material excavado se puede usar como concreto estructural.

Voit (2020), Esta investigación tuvo como objetivo principal el reciclaje de material de excavación de túneles que sustituye el hormigón por áridos convencionales en el ejemplo del túnel de base del Brennero en Austria. La investigación fue del tipo cuantitativo y experimental, donde se utilizó la normatividad Austriaca del concreto (Austrian concrete testing standard ONR) y Normatividad europeas (European

standard). Se tuvo como resultado que el concreto llego a las resistencias requeridas, se encontraron materiales que tenían propiedades positivas para la resistencia de la roca y otras negativas; y se tuvo que el 28% del material se perdió debido al procesamiento de tamizaje. Donde se concluye que el material proveniente de excavaciones de rocas metamórficas puede reciclarse con éxito como agregado para diferentes tipos de concreto, mediante la trituración de tres etapas y un procesamiento húmedo eficiente. Teniendo en cuenta que se debe de realizar una investigación preliminar del material, así como una adecuada implementación de la planta de procesamiento y mezcla del concreto. Se necesita tener las características de la roca y obtener las propiedades físicas y químicas

Yehia et al., (2015) En su investigación que tuvo como objetivo principal el producir el hormigón con agregado 100% reciclado para obedecer con los requisitos de durabilidad y resistencia. La investigación fue del tipo cuantitativo y experimental, donde se utilizó la normativa americana (American Concrete Institute) y la ASTM (American Society for Testing and Materials). Se tuvo como resultado que, mediante las pruebas a la compresión a los 3, 7, 14, 21 y 28 días, una resistencia de 418 a 530 kg/cm², en relación a la resistencia a la tracción, se tuvo una resistencia del 4.6% al 7.46% de la oposición a la compresión; en relación a la oposición a la flexión se tuvo una fuerza mayor a la prueba de control, debido a una mejor unión entre el agregado grueso triturado y la pasta de cemento; el módulo de elasticidad estuvo en un rango del 25 al 28 GPa. Se concluye que la apreciación de las propiedades físicas y mecánicas del agregado muestran una variación aceptable en las propiedades, y además que el concreto producido con materiales reciclados logró una oposición a la compresión, a la flexión y módulo de elasticidad comparables.

Brito y Alves, (2010) En su investigación que tuvo como objetivo principal, fue el definir procedimientos expeditos para estimar las propiedades del hormigón estructural que contiene áridos reciclados. La investigación fue del tipo cuantitativo y experimental, donde se utilizó la normativa europea. Se tuvo como resultado que la relación entre las densidades del concreto endurecido y las densidades de los agregados tuvieron una correlación positiva, la relación entre la oposición a la compresión del concreto a 28 días, y la absorción de agua de los agregados tuvieron una cierta correlación, así como existió la relación entre el módulo de

elasticidad del hormigón endurecido y las densidades de áridos de la mezcla. Se concluye mediante la presente investigación que es posible relacionar las propiedades del hormigón endurecido y la absorción de agua de los agregados en la mezcla, lo cual nos permitiría conocer las propiedades del concreto endurecido, conociendo las propiedades de la densidad y la absorción de agua de los aridos.

2.1.2 Nacionales

Machaca, (2019), En su investigación que tuvo como objetivo el valorar el concreto reutilizado, para el rehúso en concreto simple. La investigación fue del tipo cuantitativo y experimental, donde se utilizó la normativa americana (American Concrete Institute) y la Norma Técnica Peruana (NTP). Teniendo como resultados que la utilización del agregado reutilizado en porcentajes mínimos del 5% y 10%, llega a valores de 188.54 kg/cm², 175.08 kg/cm² correspondientemente a la edad de 28 días; sin embargo, el concreto patrón llegó a la resistencia promedio de 176.88 kg/cm². Donde se concluye usar agregados reciclados al 5% y 10% como reemplazo del agregado natural ya que permite optimizar materiales naturales y mejorar la calidad del concreto

Mori, (2019). En su investigación que tiene como objetivo principal el establecer la resistencia a la compresión e impermeabilidad de concretos con agregados reciclados en comparación al concreto tradicional. La investigación fue del tipo cuantitativa y experimental, donde se utilizó la normativa americana (American Concrete Institute) y la Norma Técnica Peruana (NTP). Se obtuvo como resultado que, no se logró obtener la resistencia de $f'_c = 210$ kg/cm², ya que resistencia a la compresión del concreto de agregado reciclado es de 180.57 kg/cm² y la resistencia compresión del concreto de agregado naturales es 274.24 kg/cm², y el concreto de agregado natural presenta una permeabilidad de $3.63E - 08$ m/s y del concreto agregado residual una permeabilidad de $5.95 E - 08$ m/s. Concluyendo que el concreto hecho a base de agregados reciclados presentan una oposición menor al 34.16 % con respecto al concreto de agregados naturales. Además de equiparar la permeabilidad, el concreto de agregado residual es un 39% más permeable que el concreto de agregado natural.

Rodríguez, (2018). La presente investigación tuvo como finalidad principal, el determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 175$ kg/cm² con tres

porcentajes de sustitución de agregados con concreto reciclado. La investigación fue del tipo cuantitativo experimental, donde se utilizó la normativa americana (American Concrete Institute) y la Norma Técnica Peruana (NTP). Se tuvo como resultado la resistencia promedio alcanzada fue de 252.60 kg/cm² con agregado natural 100% a los 28 días; 205.88 kg/cm² al reemplazar 50% de agregados reciclado, 191.24 kg/cm² al reemplazar 75% de agregados reciclado y por último 186.35 kg/cm² con un 100% de agregados reutilizados. finalizando que al sustituir concreto reciclado por agregados se tiene una menor resistencia de 26.23% a los 28 días en relación a la resistencia de la probeta patrón.

2.1.3 Artículo Científico

Yehia et al., (2015) En su investigación que tuvo como objetivo principal el producir el hormigón con agregado 100% reciclado para obedecer con los requisitos de durabilidad y resistencia. La investigación fue del tipo cuantitativo y experimental, donde se utilizó la normativa americana (American Concrete Institute) y la ASTM (American Society for Testing and Materials). Se tuvo como resultado que, mediante las pruebas a la compresión a los 3, 7, 14, 21 y 28 días, una resistencia de 418 a 530 kg/cm², en relación a la resistencia a la tracción, se tuvo una resistencia del 4.6% al 7.46% de la oposición a la compresión; en relación a la oposición a la flexión se tuvo una fuerza mayor a la prueba de control, debido a una mejor unión entre el agregado grueso triturado y la pasta de cemento; el módulo de elasticidad estuvo en un rango del 25 al 28 GPa. Se concluye que la apreciación de las propiedades físicas y mecánicas del agregado muestran una variación aceptable en las propiedades, y además que el concreto producido con materiales reciclados logró una oposición a la compresión, a la flexión y módulo de elasticidad comparables.

(Martínez, 2020). En su investigación que tiene como objetivo principal el Establecer los beneficios de los residuos de construcción y demolición generados en Colombia. El tipo de investigación es cuantitativa, no experimental descriptivo, donde se utilizó la técnica del análisis documental, donde se usó el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), la norma técnica colombiana (NTC), y la norma americana (ASTM). Del análisis documental se tiene los resultados que los agregados pueden ser utilizados para la creación de nuevas

mezclas de concreto con las cuales se pueden fabricar concreto con fines de mejorar la capacidad mecánica del suelo, concreto para vías asfálticas, muros de contención entre otros. Donde se concluye que el uso de agregados reciclados es una opción factible para ser utilizados como concreto.

(Vera & Cuencua, 2016). En su investigación tiene como objetivo diagnosticar la elaboración de concreto a partir de la utilización de escombros de concreto. La investigación fue del tipo cuantitativo y experimental donde se usó la normativa colombiana (NTC). Donde se obtuvo como resultado que la elaboración del agregado utilizando 100% de agregados reciclados, podemos determinar una disminución entre el 10 y 15% en la resistencia a la compresión, frente a concretos elaborados con agregados naturales, así como estos concretos tiende a tener una mayor capacidad de absorción. Donde se concluye que la elaboración de concretos con agregado reciclado cumple con las propiedades físicas mínimas para su uso y rigidez, durabilidad y trabajabilidad.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Componentes del concreto

Cemento

Este definido como un componente aglomerante, posee cualidades de adhesión y cohesión, existen cementos de diferentes variedades (tipo I, II, III, IV y el V), cada tipo tiene una función especial para ciertos trabajos específicos. (Ortega, 2015).

Todo concreto realizado con cemento portland tendrá que esperar un par de semanas para adquirir la resistencia apropiada que soporte cargas no tan pesadas, pasado los 28 días el concreto sigue ganando más resistencia, pero para casos en el que se necesite realizar una construcción de manera acelerada se recomienda utilizar cementos fraguados estos ayudan a que se alcancen las resistencias necesarias de 3 a 7 días. Estos cementos fraguados son muy adecuados para reparaciones y también para el uso del concreto lanzado. El ASTM clasifica los cementos portland en 5 tipos diferenciándolos por sus propiedades, cada tipo varia por su dosificación: (Ver Tabla N° 1).

-Tipo I: Es utilizado en la mayoría de las construcciones, es un cemento normal.

- Tipo II:** Es un cemento especial resistente ante la presencia de sulfatos y posee una menor calor de hidratación,
- Tipo III:** Este tipo de cemento pasado las 24 horas ya posee el doble de resistencia del tipo I y tiene una calor de hidratación elevada.
- Tipo IV:** Es utilizada en construcciones grandes emite baja calor.
- Tipo V:** Este tipo de cementos es usada para construcciones con alta exposición a sulfatos. (McCormac & Brown, 2011).

Tabla 1: Resistencia a la compresión conforme al tipo de cemento portland.

| Tipo de Cemento Portland | | Resistencia a la compresión como porcentaje a la resistencia de concreto portland con cemento tipo "I" o "Normal". | | | |
|--------------------------|---------------------------|--|--------|---------|---------|
| ASTM | CSA | 1 día | 7 días | 28 días | 3 meses |
| I | Normal | 100 | 100 | 100 | 100 |
| II | Moderado | 75 | 85 | 90 | 100 |
| III | Altas resistencia. Inic. | 190 | 120 | 110 | 100 |
| IV | Bajo calor de hidratación | 55 | 55 | 75 | 100 |
| V | Resistente a sulfatos | 65 | 75 | 85 | 110 |

Fuente: (Ortega, 2015).

Agua

Es la materia prima más importante dentro del concreto, tienen la propiedad de hidratar las partículas de cemento haciendo que estas logren desarrollar las propiedades aglutinantes que posee. El agua empleada en la mezcla para el concreto tiene que ser limpia, sin sales, aceites, ácidos ni materias orgánicas. (Parker & Ambrose, 2008).

El agua es un elemento esencial, utilizada para que la mezcla de concreto se encuentre hidratada y darle al concreto una fluidez y plasticidad para que tenga una mejor manejabilidad al momento de trabajar con esta, el agua en cantidades no adecuadas disminuye la resistencia del concreto haciendo que el volumen de vacíos aumente por lo que se tendrá que aumentar cemento a la mezcla para disminuir la cantidad del agua, lo recomendable es hacer correctamente la relación agua-cemento. (Nilson & Darwin, 2001) (Ver Figura N° 1)

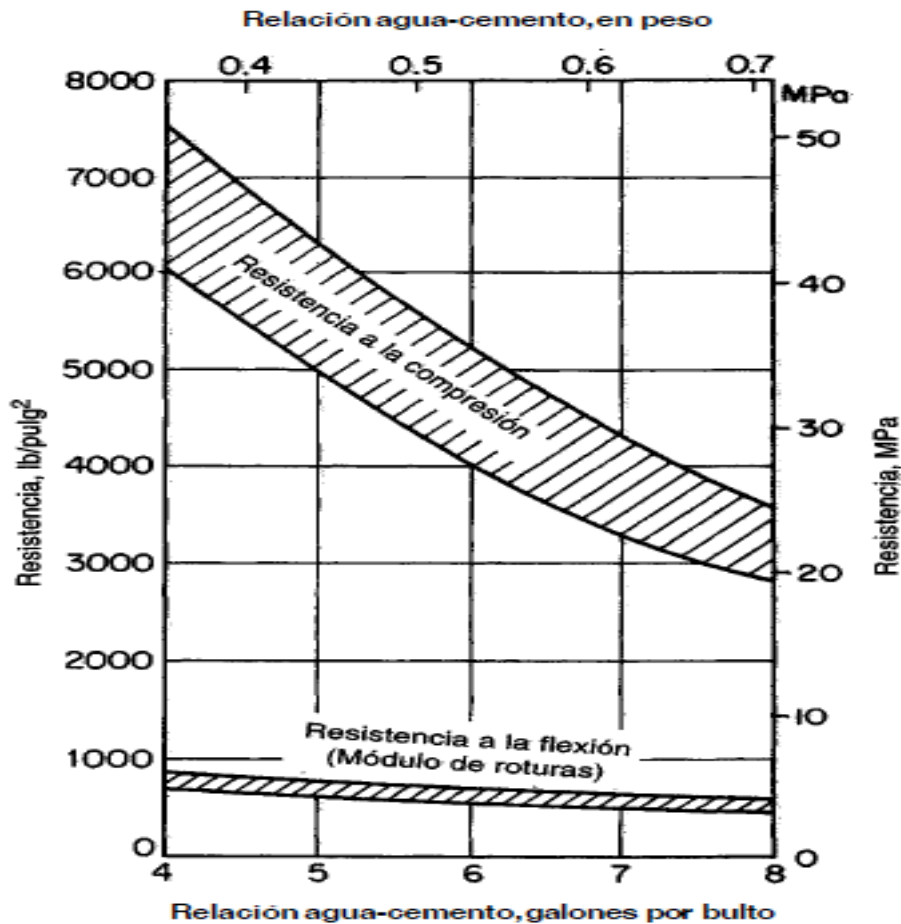


Figura 1: Diagrama Relación agua – cemento

Fuente: (Nilson & Darwin, 2001).

a) Agua para el lavado de agregados.

Este tipo de agua deberá ser lo más limpio posible sin sales ni partículas en suspensión que afecten al concreto, se utilizará en el momento de la trituración con el fin de expulsar las impurezas. (Niño, 2010).

b) Agua para el mezclado.

Es utilizada para hidratar la mezcla y obtener una mayor fluidez, es añadida junto con el cemento y los agregados. (Niño, 2010).

c) Agua para el curado.

El agua para el curado deberá tener baja concentración de hierro o materiales suspendidos con el fin de evitar manchas en el concreto, esta se utilizará cuando el concreto ya haya fraguado, saturándolo con agua. (Niño, 2010).

Agregados

Los agregados están determinados por su origen, su forma, superficie, densidad y su granulometría. siendo clasificados en agregado grueso y agregado fino, según el tamaño. (Niño, 2010).

a) Clasificación conforme a su procedencia.

Son clasificados en dos: primero agregados naturales estas provienen de canteras rocosas, glaciares y de arrastres generados por la lluvia, segundos agregados artificiales estas son obtenidas por procesos industriales (Clinker, arcillas expandidas, y otros. (Ver Tabla N° 2)

Tabla 2: Agregados según su procedencia.

| | | |
|--|--|--|
| PORFIRITICO Microgranito Porfido Cuarzo - porfiritita Reolita Traquita Apilita Dacita Felsita Granófiro Querátofiro | BASÁLTICOS Epidiorita Lamprófico- Cuarzo - dolerita Espilita Doleritas Andesita Basalto Porfiritas Basicas | GÁBRICO Gabro Norrita Picrita Hornoblenda - roca Diorita Basico Basica Serpentina Gneis Periodotita |
| GRANITICO Granulita Pegmatita Cuarzo -diorita Sienita Gneis Granito Granodiorita | ARENISCA.. Arenisca Tufa Arcosa Grawaca Arcosa | ESQUISTOSO Pizalra Rocas Fracturadas Filita Esquisto |
| PEDERNALIO Pedernal Horsteno | CALIZA Marmol Caliza Dolomita | CUARZOSO cuarcita cristalizada y Arcilla refractaria |
| HORNO FÉLSICO Rocas metamórficas, con excepción del mármol | | AGREGADOS ARTIFICIALES |

Fuente: (Niño, 2010).

b) Clasificación conforme a su tamaño.

Es conocida también con el nombre de granulometría, los agregados naturales se clasificarán conforme su tamaño. (Ver Tabla N° 3)

Tabla 3: *Agregados conforme al tamaño de partículas.*

| Tamaño de las partículas (Tamiz) | Denominación Corriente | Clasificación | Clasificación como agregado para concreto |
|----------------------------------|------------------------|-------------------|---|
| <0,002 | Arcilla | Fracción muy fina | No recomendable |
| 0,002 - 0,074 (No. 200) | Limo | | |
| 0,075 - 4,76 (No. 200)-(No. 4) | Arena | Agregado Fino | Apto para producir concreto |
| 19,1- 50,8 (No.3/4)-(2") | Grava | Agregado Grueso | |
| 4,76 - 19,1 (No. 4)-(No.3/4) | Gravilla | | |
| 50,8 - 152,4 (2")-(6") | Piedra | | |
| >152,4 (6") | Rajón Piedra Bola | | |

Fuente: (Niño, 2010).

c) Clasificación conforme a su densidad.

Su clasificación dependerá de la porción de masa por la unidad de volumen de agregados naturales o agregados artificiales. (Ver Tabla N° 4)

Tabla 4: *Agregados según su densidad*

| Clasificación del agregado | Masa unitaria aproximada (Kg/m ³) | | Variedades más comunes d agregados | Ejemplos de uso |
|----------------------------|---|--------------------|--|--|
| | Agregado | Concreto | | |
| LIVIANO | 480-1300 | 13-100 500-1350 | Escoria, arcilla pizarras expandidas esquistos. | Concretos livianos estructurales |
| NORMAL | 1300-200 | 2000-2500 | Clinker, escoria de fundición, arena, grava, piedra triturada. | Obras en concreto en general arena, grava, piedra |
| PESADO | 2000-5600 | >2500 | Limadura de acero, hematita, barrita, limonita, magnetita. | Concreto para macizos de anclaje, para protección contra radiaciones, etc. |

Fuente: (Niño, 2010).

d) Agregado fino o arena

Se denomina agregado fino a aquella que pasa por el tamiz 3/8" y que tiene una retención en la malla N° 200, el más conocido es la arena que es resultado de la ruptura de las rocas(Nilson & Darwin, 2001).

El agregado fino no deberá pasar más de 5% en arcillas y limos no mayores de 1.5% de las materias orgánicas, tendrá que ser resistente, limpio, duro y sin la existencia de materias impuras como el polvo, el limo, la pizarra, el álcalis y las materias orgánicas, deberán tener sus partículas de un tamaño menor a 1/4" ,la progresión de estos agregado tendrán cumplir con la norma ASTM-C-33-99a, los cuales se muestran en Tabla (Harmsen, 2002). (Ver Tabla N° 5)

Tabla 5: *Requisitos granulométricos del agregado fino.*

| Requisitos granulométricos complacidos por el agregado fino | |
|---|---|
| Tamices estandarizados | % en peso del material que pasa por los tamices |
| 3/8" | 100 |
| #4 | 95 a 100 |
| #8 | 80 a 100 |
| #16 | 50 a 85 |
| #30 | 25 a 60 |
| #50 | 10 a 30 |
| #100 | 2 a 10 |

Fuente: (Harmsen, 2002)

e) Agregado grueso o piedra

Los agregados pueden ser artificiales o naturales, si el tamaño es más de 3/8 pulgadas son considerados como agregados gruesos, poseen una buena resistencia .(Parker & Ambrose, 2008).

Se encuentra constituido por diferentes tipos de rocas, se puede utilizar también piedras chancadas provenientes de nuestros recursos naturales. (Harmsen, 2002).

f) Propiedades de agregados de voladura de túneles

Los ensayos químicos realizados con el material del túnel para su uso como agregados de obra que se realizaron en la central hidroeléctrica de San Gabán dieron como resultado que los agregados cumplen con todas las exigencias que se implantaron. (FIC, 2020). (Ver Tabla N° 6)

Tabla 6: *Ensayo de Materiales con la Normativa Técnica Peruana y la EG-2013*

| Procedencia de la Muestra | Tipo de Material | Ensayo | Normativa | Unidad | Resultado | Parámetro (NTP-EG2013) | Resultado |
|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------|----------------|------------------------|-----------|
| Túnel Conducción Aguas Arriba | Agregado Fino | Alcalisis - Sílice | ASTM C289 MTC E217 | Milimoles/ Litro | 132.5 / 11.53 | Inocuidad | Cumple |
| Túnel Conducción Aguas Abajo | Agregado Fino | Alcalisis - Sílice | ASTM C289 MTC E217 | Milimoles/ Litro | 140.5 / 19.92 | Inocuidad | Cumple |
| Túnel Conducción Aguas Arriba | Agregado Grueso | Alcalisis - Sílice | ASTM C289 MTC E217 | Milimoles/ Litro | 72.5 / 25.63 | Inocuidad | Cumple |
| Túnel Conducción Aguas Abajo | Agregado Grueso | Alcalisis - Sílice | ASTM C289 MTC E217 | Milimoles/ Litro | 130.25 / 15.12 | Inocuidad | Cumple |
| Casa de Maquinas, C. Transformadores | Agregado Grueso | Abrasión Los Ángeles | NTP 400.019:2014 | % | 12.66 | < 50 | Cumple |
| Túnel Conducción Aguas Arriba | Agregado Grueso | Abrasión Los Ángeles | NTP 400.019:2014 | % | 26.19 | < 50 | Cumple |
| Túnel Conducción Aguas Abajo | Agregado Grueso | Abrasión Los Ángeles | NTP 400.019:2014 | % | 23.65 | < 50 | Cumple |
| Casa de Maquinas, C. Transformadores | Agregado Fino | Cloruros | ASTM D3370 | ppm | 66 | < 1000 | Cumple |
| Casa de Maquinas, C. Transformadores | Agregado Grueso | Cloruros | ASTM D512 | ppm | 60 | < 1000 | Cumple |
| Túnel Conducción Aguas Abajo | Agregado Fino | Cloruros | ASTM D3370 | ppm | 48 | < 1000 | Cumple |
| Túnel Conducción Aguas Arriba | Agregado Fino | Cloruros | ASTM D3370 | ppm | 63 | < 1000 | Cumple |
| Túnel Conducción Aguas Abajo | Agregado Grueso | Cloruros | ASTM D512 | ppm | 53 | < 1000 | Cumple |
| Túnel Conducción Aguas Arriba | Agregado Grueso | Cloruros | ASTM D512 | ppm | 58 | < 1000 | Cumple |
| Casa de Maquinas, C. Transformadores | Agregado Fino | Inalterabilidad Sulfato de Magnesio | NTP 400.016:2016 | % | 3.9 | < 15 | Cumple |
| Casa de Maquinas, C. Transformadores | Agregado Grueso | Inalterabilidad Sulfato de Magnesio | NTP 400.016:2016 | % | 0.55 | < 18 | Cumple |
| Túnel Conducción Aguas Arriba | Agregado Fino | Inalterabilidad Sulfato de Magnesio | NTP 400.016:2016 | % | 5.27 | < 15 | Cumple |
| Túnel Conducción Aguas Abajo | Agregado Fino | Inalterabilidad Sulfato de Magnesio | NTP 400.016:2016 | % | 5.54 | < 15 | Cumple |

Fuente: (FIC, 2020)

Aditivos

Los aditivos sirven para dar un mejor resultado al concreto, estas se pueden agregar antes o después del mezclado del concreto, existen tipos de aditivos que son:

- **Aditivos inclusivos de aire**, estas son utilizadas para aumentar la resistencia ante problemas generadas por el congelamiento y el derretimiento (Nilson & Darwin, 2001).

- **Aditivos acelerantes**, estos son utilizados para acelerar el proceso de curado del concreto ,logrando una resistencia adecuada en tiempos menores (Nilson & Darwin, 2001).

- Aditivos retardadores**, como su nombre indica retarda el tiempo de fraguado, por lo que son más utilizados para colados, también pueden ser muy recomendados para construcciones en donde se requiera buenos acabados (Nilson & Darwin, 2001).

- Los superplasticantes**, estos aditivos son utilizados para aumentar los revenimientos y disminuir la cantidad de agua en los concretos, ayuda a que las proporciones de agua cemento se mantenga constantes (Nilson & Darwin, 2001).

- **Materiales impermeables al agua**, este tipo de aditivo retarda el ingreso de agua al concreto, normalmente se utiliza cuando el concreto se encuentra ya endurecido, pero pueden agregarse también durante el mezclado (Nilson & Darwin, 2001).

2.2.2 Concreto

Es una combinación entre el cemento Portland, los agregados, aditivos y agua, es un material moldeable, tiene la propiedad de endurecer con el tiempo, es utilizado en distintos elementos estructurales debido a su amplia versatilidad, resistencia y durabilidad (Niño, 2010).

Clasificación del concreto

a) concreto ligero

Este tipo de concreto ha sido muy utilizado por mucho tiempo en las construcciones. Tiene una densidad someramente seca no pasa de los 1600 kg/m^3 . hay casos en que el concreto ligero tiene refuerzo, por lo que su peso variara entre 1840 kg/m^3 o valores más elevados. Aun así sigue siendo un concreto ligero a comparación del concreto normal que difiere entre 2400 y 2560 kg/m^3 , haciendo que la densidad sea su principal característica para determinar el tipo de concreto (Niño, 2010).

El concreto ligero nos muestra varios beneficios para su uso, que son el descenso de las cargas muertas, el aislamiento acústico y térmico, prontitud en la construcción y el incremento en los costos de acarreo. Su manejo es ideal en la construcción de edificaciones muy altas por el peso gravitacional por encima de la cimentación (Nilson & Darwin, 2001).

b) Concreto reforzado

A este tipo de concreto se le incorpora aditivos para cambiar sus propiedades, para que este tipo de concreto resista cargas por lo que se empleara refuerzos con acero en barras, situado en lugares específicos donde se desarrollarán cargas. El acero evita la aparición de grietas. (Nilson & Darwin, 2001)

La elaboración de este concreto se da en un estado de plasticidad, por lo que es necesario usar moldes que sostienen el concreto mientras esta logre obtener una suficiente resistencia; como una ventaja nos da libertad de moldeabilidad y facilidad (Nilson & Darwin, 2001).

c) Concreto presforzado

Este tipo de concreto trata en introducir internamente en las vigas suficientemente en una pre comprensión axial para que existan eliminaciones en el miembro cargado todos los probables esfuerzos de tensión que se realizaran en el concreto. (Nilson & Darwin, 2001)

En la actualidad diseñar permitirán obtener esfuerzos ocasionado por tensiones en el concreto y hasta cierto limitado agrietamiento limitado, podrá controlarse del miembro la deflexión.(Nilson, 2001).

d) Concreto armado (hormigón)

En el pasado este tipo de concreto no tenía una buena resistencia por la necesidad de lograr elementos con resistencia a cargas muy pesadas es que con el tiempo fue mejorando, ahora ya se encuentran concretos con mayor resistencia con aceros de refuerzo exclusivos para la construcción de estructuras muy importantes como son las losas, columnas, puentes, muros de contención, reservorios, pórticos, tanques, etc. (Ortega, 2015).

2.2.3. Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido

Propiedades del concreto en estado fresco

Esta circunstancia se da una vez que la pasta preparada es blanda, permaneciendo en estado de plasticidad, permitiendo que tenga un llenado correctamente a los moldes, también se puede conseguir una masa homogénea sin la aparición de burbujas grandes de aire o de agua atrapada, este estado en el concreto durara hasta llegar al punto de fraguado (Niño, 2010).

a) Trabajabilidad

Es la facultad que posee el concreto para ser situado y compactado debidamente sin que ocasione ninguna segregación, hay factores que logran influir en la trabajabilidad del concreto como son el contenido de agua de mezcla, el contenido de aire, las propiedades de los agregados naturales y agregados artificiales, la relación pasta/agregado y los factores climáticos. En la trabajabilidad los factores que intervienen son el tiempo en cuanto más pase después del mezclado se hará difícil trabajarlo, dependerá mucho de la temperatura que tiene el concreto, los distintos estados de humedad del agregado, la mezcla que posee una gran riqueza, el tipo de cemento, y la manejabilidad inicial (Niño, 2010).

b) Segregación.

Es la división de los materiales que conforman el concreto, puede mostrarse por mezclas demasiadas secas y por una mezcla muy húmeda (Niño, 2010).

c) Exudación

Es cuando el agua que se utiliza para el mezclado sube a la superficie de la mezcla del concreto, causando que los elementos solidos de esta mezcla no logren conservar el agua cuando esta se asienta en el transcurso del fraguado del concreto (Niño, 2010) .

d) Peso unitario

Esta fundado en el máximo tamaño, la densidad de los agregados presentes y su granulometría, también se considerara la cantidad de aire que se encuentra atrapado y el contenido que existe en la relación de agua y cemento (Niño, 2010).

e) Contenido de aire.

El contenido de aire se encuentra presente en los diferentes tipos de concreto, ubicados en poros de los agregados no saturables forman burbujas entre todo lo que compone el concreto, durante el proceso mezclado este es atrapado. (Niño, 2010).

f) Contenido de agua.

Es un elemento muy importante que logra afectar la manejabilidad, del contenido de agua de la mezcla utilizada, esta expresada en kilogramo o litro (Niño, 2010).

Ensayos realizados al concreto en estado fresco

a) Ensayo de asentamiento

Este ensayo indicara como se encuentra la mezcla en estado de plasticidad si está muy seca o fluida (Niño, 2010).

Esta norma nos indica que el ensayo realizado se le denomino con el nombre de ensayo de asiento o Slump este test sirve para identificar la uniformidad del concreto, colocando en un molde el espécimen del concreto fresco en un molde cuya figura es tronconica (NTP 339.035, 2015). (Ver Figura N° 2 y 3)

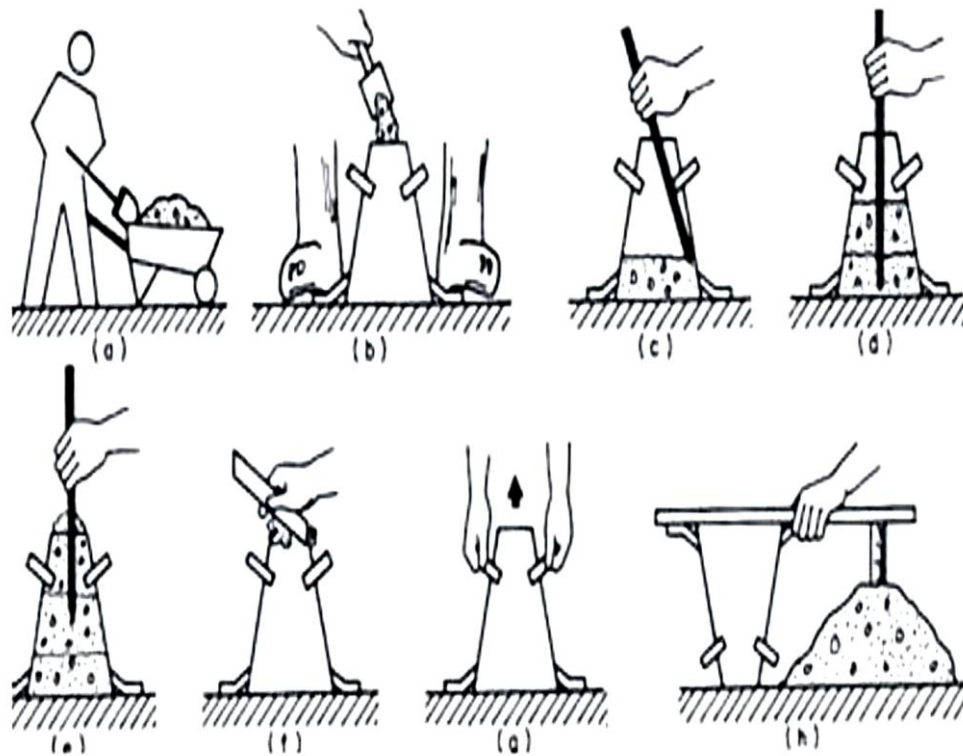


Figura 2: Ensayo de asentamiento.

Fuente: (Niño, 2010)

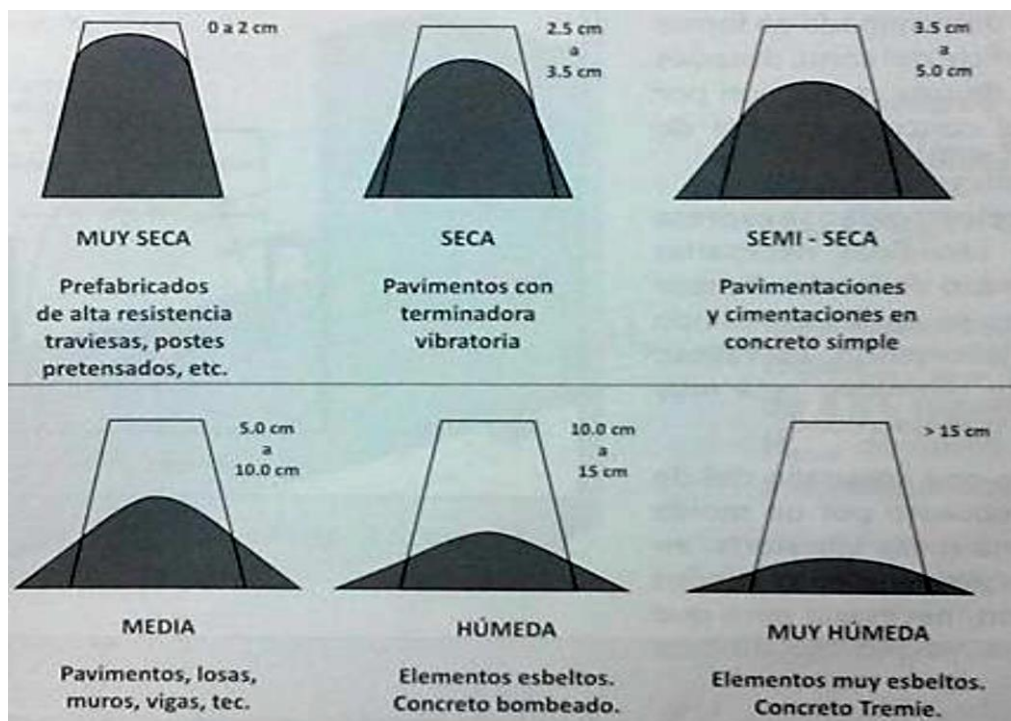


Figura 3: Clasificación del concreto conforme su consistencia.

Fuente: (Niño, 2010)

b) Ensayo para la determinación la exudación NTP 339.077 :2013

Este ensayo se puede realizar por 2 métodos uno es compactado con un apisonador el espécimen y el otro es por vibración (Niño, 2010).

En este ensayo se observará la forma en que se dará la sedimentación del concreto, donde el agua del concreto una vez mezclada tiende a subirse a la superficie del molde observando cómo se forma una capa delgada por encima del concreto. La explicación que se da es que los áridos usados y mezclados no logran detener toda el agua durante el proceso de fraguado (INACAL, 2016). (Ver Figura N° 4)

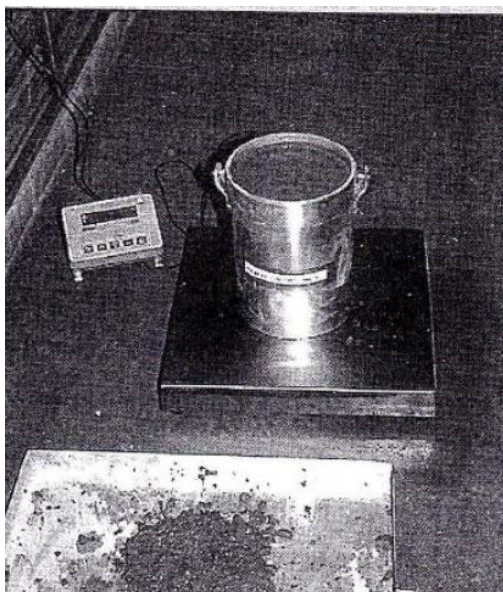


Figura 4: Ensayo de Exudación.

Fuente: (Niño, 2010)

c) Ensayos para determinar el contenido de aire

En este ensayo se establecerá cual será la porción de vacíos que existirá en el concreto por dentro. Es una característica muy importante que se observa en climas de temperaturas bajas como en qué lugar se realizara dicha investigación, puesto que se ve el desarrollo de presiones muy grandes cuando estás forman cristales de hielo en los poros que existen en el concreto. Si se contemplamos la cantidad de aire es inadecuado en la mezcla del concreto, este estará expuesto a ciclos de congelación haciendo que esta se astille obteniendo el resultado de las fallas en la durabilidad del concreto. (NTP 339.046, 2008) .

Este ensayo mide los vacíos de aire, existen 3 métodos.

- Método de presión

Se encuentra basada en la ley de Boyle, donde se observa la aplicación de una tensión que comprime el aire de la muestra de concreto con medidores de presión.

(Ver Figura N° 5)

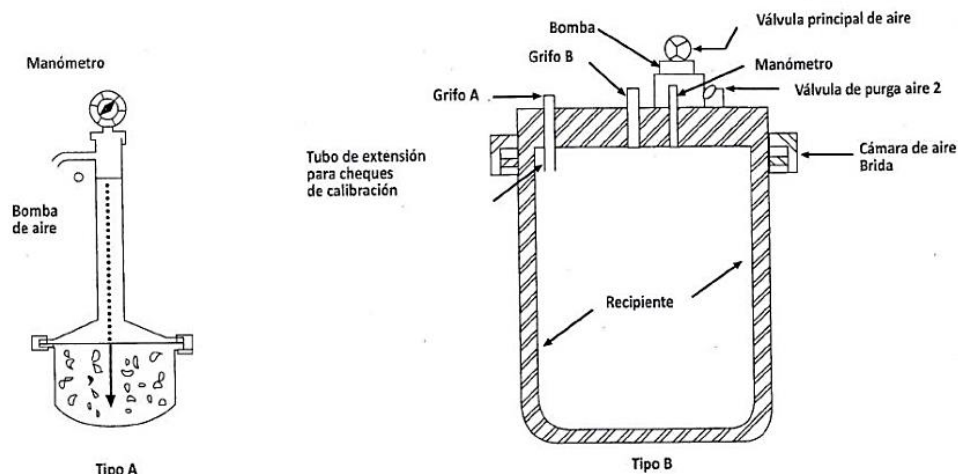


Figura 5: Medidores de presión.

Fuente: (Niño, 2010)

- Método volumétrico

Este método requiere supresión de aire en un conocido volumen de concreto moviéndolo dentro de una excesiva cantidad de agua. Utilizado para un concretos con materiales muy ligeros o materiales porosos, las consecuencias obtenidas no serán afectadas por la presión atmosférica.

- Método gravimétrico

Establece el rendimiento de un concreto fresco, dando el resultado del contenido de aire en porcentaje y el volumen total del concreto.

d) Ensayos para la determinación del tiempo de fraguado NTP 339.082: 2011

Este ensayo consta en someter la muestra de concreto fresco periódicamente a la infiltración de agujas punta plana las agujas penetran 25 mm internamente el concreto, empezando a registrar el tiempo a partir del proceso de mezclado,

dibujando la curva que tiene el eje X el tiempo y el eje. Y el esfuerzo que existe en la penetración , para luego calcular la fuerza que se aplica y el área de la aguja (Niño, 2010).

En este ensayo es realizado para establecer el tiempo de fraguado en la mezcla realizada por la resistencia a la penetración (INACAL, 2016).

e) Ensayo para determinar la masa unitaria fresca NTP 339.046: 2008

También determina la cantidad de masa que se necesitara para el llenado de un molde con un conocido volumen, siendo llenado en tres capas con una altura igual, para luego ser compactada con un apisonador (Niño, 2010). (Ver Figura N° 6)

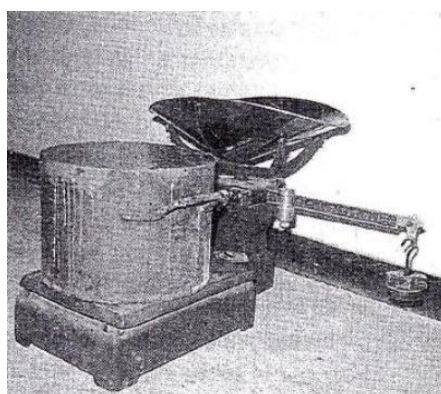


Figura 6: Ensayo de rendimiento volumétrico.

Fuente: (Niño, 2010)

El ensayo es realizado para establecer la densidad (peso unitario), el contenido de aire concreto y el rendimiento. (INACAL, 2016).

Propiedades del concreto en estado endurecido

Es cuando la pasta que está preparada pasa de un estado de plasticidad a un estado de endurecimiento, donde se observa que se logra ganar resistencia y dureza, con el pasar de los días se ve que el estado gana más resistencia, sin embargo, la resistencia mecánica del concreto para dar un servicio bueno casi siempre, no es oportuno porque existen situaciones en las que puede tener más importancia otras propiedades del concreto, según como trabaja la estructura en condiciones específicas. (Niño, 2010).

a) Resistencia a la compresión.

Casi todas estructuras hechas de concreto son diseñadas bajo una hipótesis de que su resistencia es a fuerzas de compresión, por lo tanto, en caso de propósitos de diseño estructural, es un criterio de calidad a la compresión su resistencia (Niño, 2010). (Ver Tabla N° 7)

Tabla 7: *Resistencia a la compresión del concreto.*

| Concreto | Resistencia (MPa) |
|------------------------------------|----------------------------|
| Concreto normal | ≤ 42 |
| Concreto de alta resistencia | $> 42 \text{ y } \leq 100$ |
| Concreto de ultra alta resistencia | $> 100 \text{ MPa}$ |

Fuente: (Niño, 2010)

b) Resistencia a la flexión.

Se da cuando sus elementos se someten a flexión teniendo a compresión una zona y otra región en la que logra predominar esfuerzos sometidos de tracción (Niño, 2010).

c) Resistencia a la cortante

Son esfuerzos de gran importancia para el diseño de zapatas y vigas, donde se presentaran valores muy altos en cuanto a la resistencia del concreto .La resistencia a esfuerzos cortantes del concreto es baja (Niño, 2010).

d) Resistencia de los Agregados

El concreto para que tenga una resistencia apropiada tendrá que cumplir con los requisitos de calidad y características del agregado como son las texturas rugosas con forma angular, la granulometría continúa para que ayuden en realizar mezclas con mayor capacidad, cada vez más densas para una mayor resistencia, su rigidez, la influencia de su máximo tamaño. El concreto normal, tiene una categoría amplia en cuanto a los máximos tamaños que son utilizadas para una determinada resistencia, básicamente con un mismo contenido de cemento. Solamente se requerirá una cantidad mayor de cemento si se usaran agregados pequeños (Niño, 2010).

d) Relación Agua-Cemento.

Sera determinada por una porción de agua en masa, entre una porción de cemento en también en masa. En una mínima relación de agua y cemento, se tendrá una alta resistencia, mínima fluidez y más durabilidad y si la relación es de mayor cantidad de agua en relación al cemento será una mínima defensa a la compresión, más fluidez y menos durabilidad (Niño, 2010). (Ver Figura N° 7)

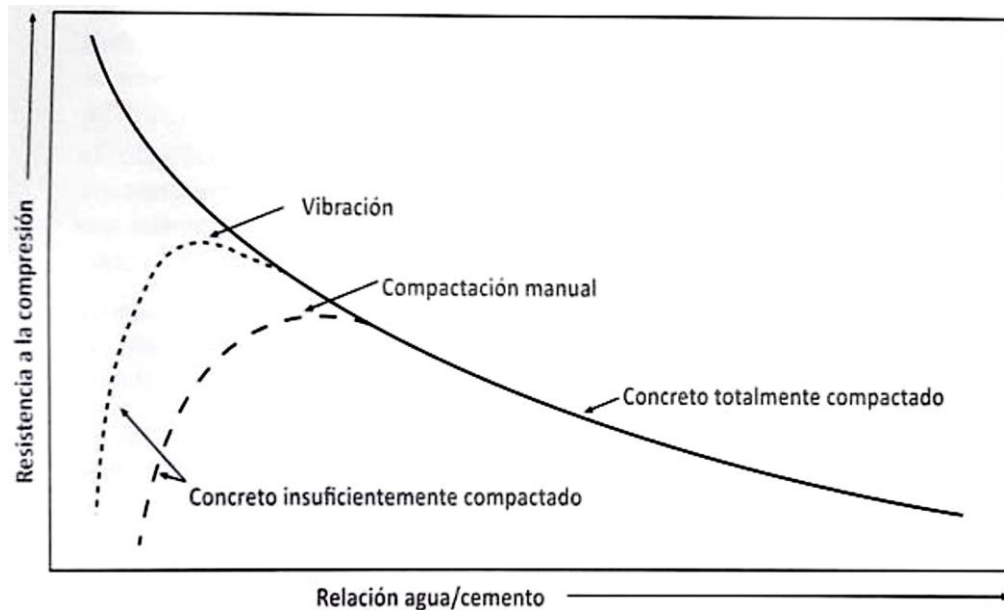


Figura 7: Resistencia a la compresión del concreto en función de la relación a/c.

Fuente: (Niño, 2010)

e) Contenido y tipo de cemento

Se debe tener en cuenta que es el valor más importante, se estudiará detalladamente la cantidad a medida que esta se incremente tendrá mayor resistencia, porque es vigente hasta una limitación a partir de una cantidad de cemento sobre este no logrando su hidratación total, formando un material de relleno inerte como una parte del concreto. (Niño, 2010).

f) Fraguado del concreto.

El tiempo y la temperatura que se da en este proceso del fraguado afectaran la resistencia. Para climas fríos, la hidratación del cemento será un proceso muy lento. Si la temperatura es muy alta, aumentará a temprana edad su resistencia, pero su

disminución será alrededor de los 7 días. este fenómeno ocurre por la apresurada inicial hidratación de granos de cemento siendo superficial y formando una pasta físicamente pobre de la estructura con una posibilidad de porosidad (Niño, 2010).

g) Curado del concreto

Es una forma necesaria para que la pasta hidratada logre su evolución sin perturbaciones hasta lograr que el cemento se hidrate y se observe que obtenga propiedades en gran potencia, recomendando que el tiempo adecuado de curado sea de 7 días a temperaturas de 10°C y una máxima de 32 °C (Niño, 2010).

h) Edad del concreto

Según investigaciones realizadas para los casos de concretos convencionales se observa que su resistencia se alcanza a los 28 días. La justificación se da porque después de este tiempo su resistencia es poca. No obstante, para obtener concretos con mayor resistencia se determinara entre los 56 o 90 días, porque el incremento después de los 28 días es muy alto (Niño, 2010).

i) Durabilidad del concreto

Conforme al comité 116 del ACI, la durabilidad del concreto es la facultad para aguantar el accionar del medio ambiente a los ataques químicos, la abrasión y otras situaciones de servicio, en cierto modo que sus características y propiedades se logren mantener a lo largo del tiempo de su vida útil (Niño, 2010).

Ensayos al concreto realizado en un estado endurecido

a) Ensayo de resistencia a la compresión NTP 339.034 :2015

En este ensayo se medirá con la ayuda de la prensa que será aplicable como una carga al cilindro con una velocidad especifica se espera como 2 a 3 minutos hasta que se presente la deficiencia en la probeta, una vez ocurrida la falla esta es registrada en el tablero que se encuentra en la maquina compresora (Niño, 2010).

Este ensayo determinará la durabilidad a la compresión que será calculada con la división obtenida de la carga máxima durante este ensayo de deficiencia todo esto con la zona de realización de la carga. Para controlar cuanto soporta el concreto

se hará una dosificación de cemento, agua, agregados gruesos y agregados finos, el soporte a la compresión será computada por la división de la carga máxima que consigue mientras el ensayo de falla con el área donde se someterá la carga.(INACAL, 2016). (Ver Figura N° 8 y 9)



Figura 8: Ensayo de compresión.

Fuente: (Niño, 2010)

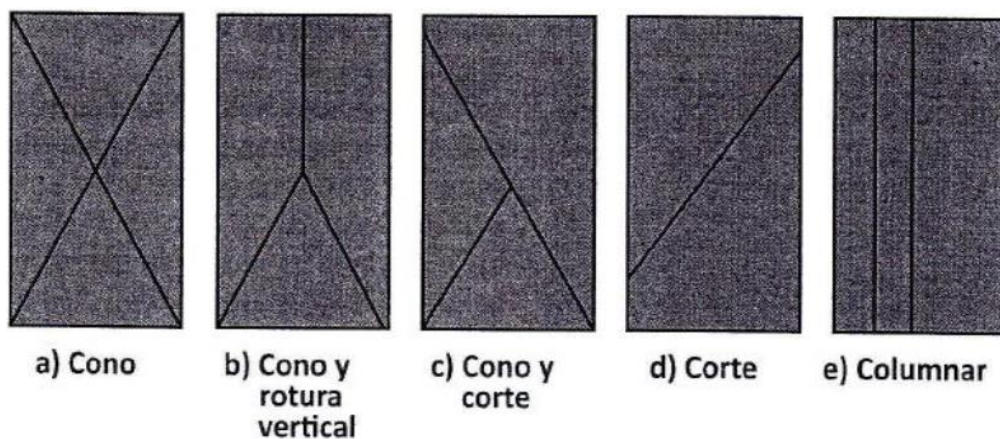


Figura 9: Tipos de falla de los cilindros de concreto.

Fuente: (Niño, 2010)

b) Ensayo de resistencia a la tracción NTP 339.084 :2012

Este ensayo consiste en llevar cargando un cilindro d 15x30 cm por 2 líneas axiales que se encuentran de manera opuestas mediante listones de apoyo (Niño, 2010). Es un método que sirve para establecer la resistencia del concreto a la tracción simple, a partir de la aplastamiento diametral en una probeta de forma cilíndrica, sometiendo una carga de uniforme a través de dos líneas o generatrices opuestas hasta llegar a una rotura (INACAL, 2016).

c) Ensayo de resistencia a la flexión NTP 339.078: 2012

Este ensayo se realizará en concretos convencionales consiste en someterla a una resistencia ocasionada por la flexión, cargando vigas en 1 o 2 puntos. (Niño, 2010). (Ver Figura N° 10)

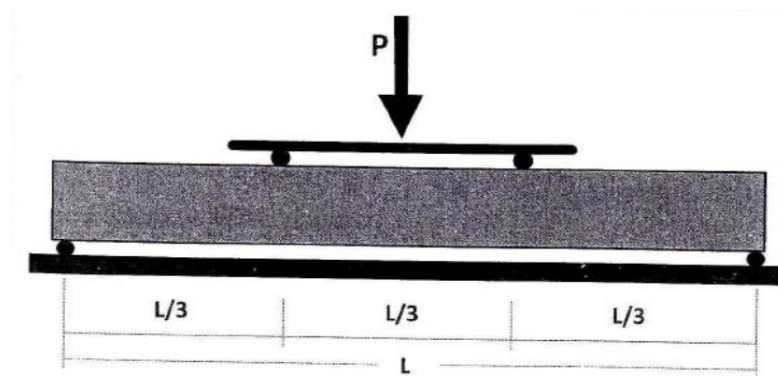


Figura 10: Ensayo de flexión con carga en dos puntos.

Fuente: (Niño, 2010)

Con este ensayo determinaremos la resistencia del concreto a través de la flexión en vigas que se encuentran apoyadas con muchas cargas en el tramo (INACAL, 2016).

III. MÉTODOLÓGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es aplicada, debido a que se aplicara el conocimiento existente en relación al diseño de mezclas de concreto armado.

3.3.2 Diseño de la investigación

Experimental

Existirá la manipulación deliberada de las variables, por lo cual será del tipo experimental, además que las propiedades del concreto con agregado de voladura, será medidos en un contexto controlado (Hernández et al., 2014).

3.3.3 Nivel de la investigación

Explicativo

Será explicativo, debido a que se buscará explicar cuáles son las peculiaridades del concreto con agregados de voladura, la cual se realizará mediante los diferentes análisis (Hernández et al., 2014).

3.3.4 Enfoque de la investigación

Cuantitativo.

Será del tipo cuantitativo, debido a que será secuencial y probatoria (Hernández et al., 2014).

Además que para medir las propiedades del concreto con el agregado de voladura, será medible y cuantificable mediante , y las diferentes propiedades, serán respondidas mediante las diferentes pruebas de laboratorio que se realicen (Cabezas et al., 2018).

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Definición conceptual

Variable dependiente

Propiedades físicas del concreto en estado fresco y propiedades físicas del concreto en estado endurecido

El concreto dispone de distintas propiedades durante el proceso de cambio, este se va manifestando cuando hay disminución gradual de la fluidez y manejabilidad,

Variable independiente

Agregados de voladura

Los agregados de voladura de rocas en superficie comprenden de trabajos de explotación minera en bancos de canteras y tajos abiertos, compuestos de materiales geológicos tales como, la piedra, la arena y la grava, se utilizan virtualmente en todas las formas de construcción. Se pueden aprovechar en su estado natural o bien triturarse y convertirse en fragmentos más pequeños.

3.2.2 Definición operacional

Variable dependiente

Se procedió a realizar el diseño de mezcla, para una resistencia de 245 kg/cm² y 280 kg/cm²; para analizar las características del concreto fresco.

Los datos obtenidos mediante las diferentes pruebas de laboratorio, fueron procesadas a una hoja de Excel, que nos permitió obtener los resultados de las propiedades del concreto con agregado de voladura.

Variable independiente

El proyecto se logrará determinando las características del concreto en agregado de voladura a resistencia de 245 y 280 kg/cm², la población de la presente

investigación, serán un total de 24 probetas para un diseño de mezcla de 245 kg/cm² y 24 probetas para un diseño de mezcla de 280 kg/cm². El agregado fue extraído las voladuras del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Con el fin de establecer las características del concreto en agregado de voladura a resistencia de 245 y 280 kg/cm², la población de la presente investigación, serán un total de 24 probetas para un diseño de mezcla de 245 kg/cm² y 24 probetas para un diseño de mezcla de 280 kg/cm² y. Por lo cual se tendrá una población de 48 probetas.

3.3.2. Determinación de la muestra

La muestra, serán la misma cantidad de la población.

24 probetas para concreto con un diseño de mezcla $f'c=245$ kg/cm² (Ver Tabla N°8)

24 probetas para concreto con un diseño de mezcla $f'c=280$ kg/cm² (Ver Tabla N°9)

Tabla 8: *Número de probetas de ensayo para la compresión*

| Ensayo a la compresión | | | |
|--|------------------------|----|-----------|
| Descripción | Edad de ensayo en días | | Sub total |
| | 7 | 28 | |
| Diseño $f'c=245$ kg/cm ² | 6 | 6 | 12 |
| Diseño $f'c=280$ kg/cm ² | 6 | 6 | 12 |
| Cantidad de probetas | | | 24 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Número de probetas de ensayo para la tracción

| Ensayo a la tracción | | | |
|--------------------------------------|------------------------|----|-----------|
| Descripción | Edad de ensayo en días | | Sub total |
| | 7 | 28 | |
| Diseño f'c=245 kg/cm ² | 6 | 6 | 12 |
| Diseño f'c=280 kg/cm ² | 6 | 6 | 12 |
| Cantidad de probetas | | | 24 |

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Muestreo

No probabilístico por conveniencia, según la norma E 060 se deberá considerar como una prueba de resistencia al promedio de las resistencias de tres probetas cilíndricas de la misma fuente donde se coloca el concreto para colocado y ensayadas a los 28 días, para la determinación de f'c.

3.4 Técnica e instrumento de recolección de datos

Las informaciones se tomarán a partir de las pruebas de laboratorio, a las que serán sometidas las 48 probetas de diseños de mezcla de f'c= 245 kg/cm² y f'c= 280 kg/cm². Donde 24 pruebas serán sometidas a compresión y otras 24 pruebas a tracción.

Procedimientos

Para la investigación, se utilizó diferentes equipos de laboratorio. Los equipos se encuentran calibrados, los cuales los certificados están en el anexo, para analizar las propiedades del concreto, se realizará mediante los siguientes pasos.

3.5 Procedimiento

3.5.1 Extracción de muestras

La extracción de muestras representativas fue extraído producto de las voladuras del túnel de conducción de la central Hidroeléctrica San Gabán III, a su vez estos materiales de voladura se acumulan en los depósitos de material excedente (DME),

ubicado en la carretera interoceánica km 261 tramo 4, la extracción del agregado de voladura es para realizar los siguientes ensayos.

- Análisis granulométrico
- El contenido de humedad
- El Peso Unitario
- El peso específico
- Los finos que pasan por el tamiz N° 200
- La resistencia a la degradación: NTP 400.019/ ASTM C-131.

3.5.2 Diseño de mezclas para el concreto de 245 kg/cm² y 280 kg/cm²

Una vez obtenido las características de agregado, se procedió a realizar el diseño de mezcla, para una resistencia de 245 kg/cm² y 280 kg/cm²; donde se utilizó la guía del ACI 211.1.74 y ACI 211.1.81

3.5.3 Propiedades del concreto en estado fresco

Para analizar las características del concreto fresco, con agregado de voladura del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III; se realizó las siguientes pruebas de laboratorio:

Densidad (NTP 339.046: 2008)

Exudación (NTP 339.077: 2013)

Asentamiento del Concreto (ASTM C 143: 2015)

3.5.4 Propiedades del concreto en estado endurecido

Para analizar las características del concreto en estado endurecido, con agregado de voladura del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III; se realizó las siguientes pruebas de laboratorio:

Compresión

Tracción

Módulo de elasticidad NTP 339.034/ ASTM C-469

Método de análisis de datos

3.6 Métodos de análisis de datos

Los datos obtenidos mediante las diferentes pruebas de laboratorio, fueron procesados a una hoja de Excel, que nos permitió obtener los resultados de las propiedades del concreto con agregado de voladura.

3.7 Aspectos éticos

La información presentada en la presente investigación no daña, el medio ambiente, persona o animal. Por lo cual esta investigación está acorde a los aspectos éticos.

IV. RESULTADOS

4.1 Ubicación Del Proyecto Central Hidroeléctrica - SAN GABAN III.

Se encuentra ubicada entre los sectores de Casahuiri y un punto cercano a la afluencia del río Blanco al San Gabán, entre los sectores de Huayna Pallca y Paqui Llusi pertenecientes a la Comunidad Campesina de Icaco en el distrito de San Gabán, provincia de Carabaya, departamento de Puno. (Ver Figura N° 11 y 12)



Figura 11: Ubicación en satelital según diseño en 3D de la central hidroeléctrica - san gabán.

Fuente: Elaboración propia



Figura 12: Vista y diseño 3D de la zona geográfica de la central hidroeléctrica - san gabán.

Fuente: Elaboración propia

4.2 Central Hidroeléctrica - San Gabán III.

El proyecto consiste en la construcción de una presa derivadora cuenta con 4 compuertas radiales, un desarenador con 4 naves para que retenga las partículas en suspensión, un embalse regulador, un conducto y un túnel de aducción. (Ver Figura N° 13,14,15,16,17)



Figura 13: Construcción de obras civiles de la Central Hidroeléctrica – San Gabán III.

Fuente: Elaboración propia



Figura 14: Construcción de la presa derivadora.

Fuente: Elaboración propia



Figura 15: Acceso ventana uno al túnel de conducción CHSGIII.

Fuente: Elaboración propia

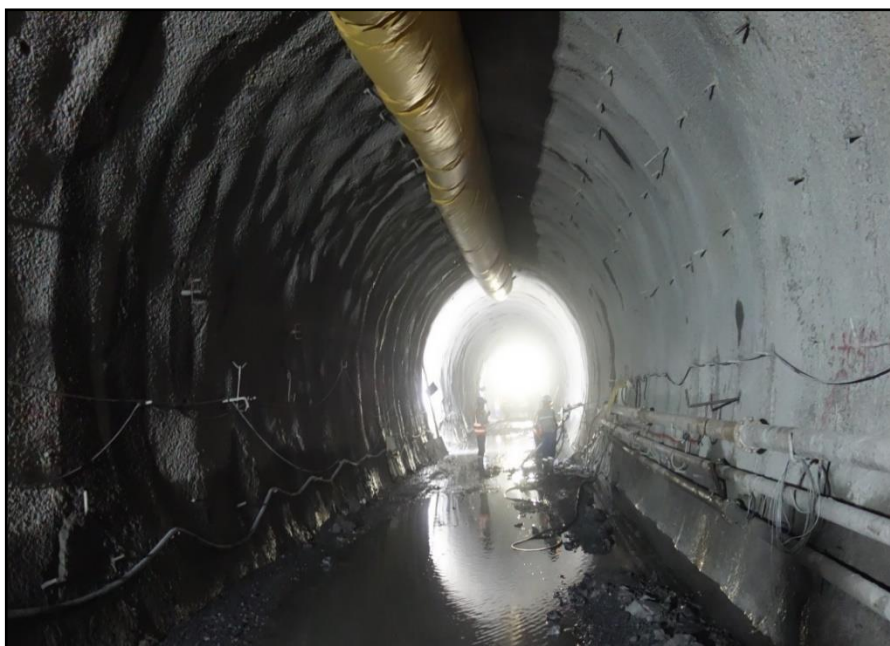


Figura 16: Se observa que el túnel cuenta con una longitud de 6200 m y un ancho de 3 m.

Fuente: propia



Figura 17: El túnel de conducción encargada de conducir el caudal hacia el conducto de presión.

Fuente: propia

4.3 Propiedades físicas del agregado de voladura

Para determinar las propiedades del agregado de voladura, proveniente del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III, se extrajo muestras representativas del material. (Ver Figura N° 18 y 19)



Figura 18: Extracción del agregado de voladura del Túnel de Conducción

Fuente: propia



Figura 19: Extracción del agregado de voladura

Fuente: propia

4.3.1 Análisis granulométrico

Granulometría del agregado grueso

El análisis granulométrico del agregado proveniente del Túnel de Conducción, de la Central Hidroeléctrica San Gaban III, se realizó mediante la norma ASTM D422. Para realizar este ensayo se utilizó 5000 gramos de agregado, los tamices a utilizar fueron desde el tamiz de 3" al tamiz N° 4, donde se tuvo una pérdida del 0.74% del material, y se determinó que el TMA fue 1 ½". (Ver **Tabla 8**)

Tabla 8: Análisis granulométrico del agregado grueso

| Tamices ASTM | Abertura Mm | Peso retenido | %Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % que pasa |
|-----------------|----------------|------------------|----------------------|-------------------------|------------|
| 3" | 76.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2 ½" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 ½" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 1295.00 | 25.90 | 18.44 | 74.10 |
| ¾" | 19.05 | 922.00 | 18.44 | 18.66 | 55.66 |
| ½" | 12.700 | 933.00 | 18.66 | 13.82 | 37.00 |
| ⅜" | 9.252 | 691.00 | 13.82 | 15.70 | 23.18 |
| ¼" | 6.350 | 785.00 | 15.70 | 6.74 | 7.48 |
| N° 4 | 4.760 | 337.00 | 6.74 | 0.74 | 0.74 |
| Fondo | 2.38 | 37.00 | 0.74 | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 5000.00 | 100.00 | | |
| % PERDIDA | | 0.74 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Se muestra la curva granulométrica, que fue extraído de la voladura del túnel de conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III, donde se puede observar que, por ser un material de voladura, no cumple de manera completa la granulometría esperada. (Ver Figura N°20)

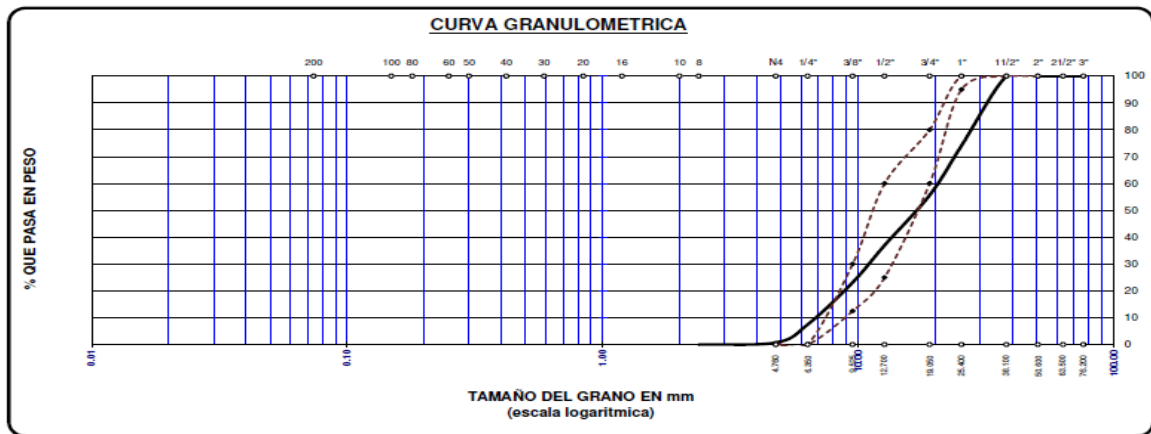


Figura 20: Curva granulométrica del agregado de voladura grueso

Fuente: propia

Se observa el tamizado del agregado de voladura proveniente Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III. (Ver Figura N° 21)



Figura 21: Tamizado del agregado grueso

Fuente: propia

Granulometría del agregado fino

La granulometría del agregado proveniente de la extraído las voladuras del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III, se realizó mediante la norma ASTM D422. Para realizar este ensayo se utilizó 5000 gramos de agregado fino, los tamices a utilizar fueron desde el tamiz de 3/8" al tamiz N° 200, donde se tuvo una pérdida del 22.95%, y se determinó un módulo de fineza 2.458. (Ver **Tabla 9**)

Tabla 9: *Análisis granulométrico del agregado fino*

| Tamices ASTM | Abertura Mm | Peso retenido | % Retenido parcial | %Retenido acumulado | % que pasa |
|-----------------|----------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------|
| 3/8" | 9.52 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1/4" | 6.35 | | | | |
| N°4" | 4.760 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N°8" | 2.380 | 105.32 | 21.06 | 21.06 | 78.94 |
| N°10" | 2.000 | | | | |
| N°16" | 1.190 | 101.72 | 20.34 | 41.41 | 58.59 |
| N°20" | 0.840 | | | | |
| N°30" | 0.590 | 64.30 | 12.86 | 54.27 | 45.73 |
| N°40" | 0.420 | | | | |
| N°50 | 0.300 | 33.70 | 6.74 | 61.01 | 38.99 |
| N°60 | 0.250 | | | | |
| N°80 | 0.180 | | | | |
| N°100 | 0.149 | 35.28 | 7.06 | 68.06 | 31.94 |
| N°200 | 0.074 | 44.93 | 8.99 | 77.05 | 22.95 |
| Base | | 114.75 | 22.95 | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 5000.00 | 100.00 | | |
| % PERDIDA | | 22.95 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Se muestra la curva granulométrica del agregado fino, que fue extraído de la voladura del túnel de conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III, donde se puede observar que, por ser un material de voladura, no cumple de manera completa la granulometría esperada. (Ver Figura N° 22)

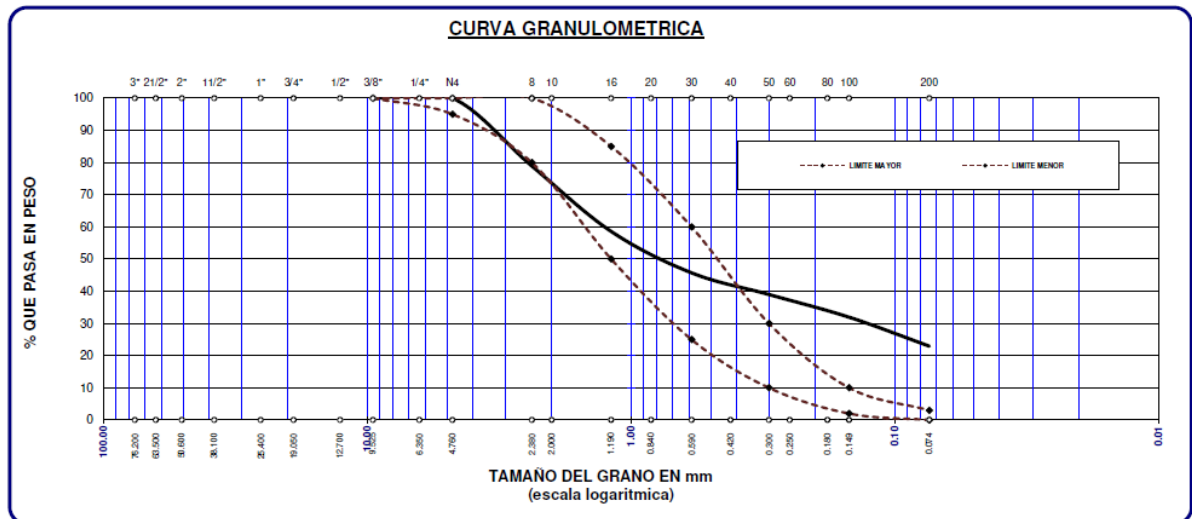


Figura 22: Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: propia

Se puede observar el tamizado del agregado de voladura proveniente Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III. (Ver Figura N° 23)



Figura 23: Tamizado del agregado fino

Fuente: propia

4.3.2 Determinación del contenido de Humedad

El contenido de humedad de los agregados se realizó en función a la normativa, se muestra el desarrollo del contenido de humedad de los agregados ASTM-D2216, (Ver Figura N° 24).



Figura 24: Prueba del contenido de humedad

Fuente: propia

Determinación de humedad del agregado fino

El contenido de humedad del agregado fino, se realizó siguiendo las normas ASTM-D2216 y se tuvo un contenido de humedad del 2.75%, como se observa. (Ver **Tabla 10**).

Tabla 10: *Humedad del agregado fino*

| Agregado fino | |
|---------------------|--------|
| Peso tara humedad | 364.30 |
| Peso tara seca | 357.60 |
| Peso del tarro | 113.54 |
| Peso del agua | 6.70 |
| Peso del suelo seco | 244.06 |
| % Humedad | 2.75 |

Fuente: Elaboración propia

Determinación del contenido de humedad del agregado Grueso

El contenido de humedad, se realizó siguiendo las normas ASTM-D2216 y se tuvo un contenido de humedad del 1.11%, tal como se muestra (Ver Tabla N° 11)

Tabla 11: *Contenido de humedad del agregado grueso*

| Agregado grueso | |
|---------------------|--------|
| Peso tara humeada | 394.30 |
| Peso tara seca | 391.20 |
| Peso del tarro | 112.41 |
| Peso del agua | 3.10 |
| Peso del suelo seco | 278.79 |
| % Humedad | 1.11 |

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Peso unitario

Se observa el desarrollo del peso unitario del agregado grueso, se muestra el desarrollo del peso por unidad de volumen del agregado fino. (Ver Figura N° 25 y 26)



Figura 25: Prueba del peso unitario del agregado grueso

Fuente: propia



Figura 26: Prueba del peso unitario del agregado fino

Fuente: propia

Peso unitario suelto del agregado fino

El peso unitario suelto, se realizó siguiendo la MTC-E-203, donde se tuvo un peso unitario de 1644 gr/cm³, como se observa. (Ver Tabla N° 12)

Tabla 12: *Peso unitario suelto del agregado fino*

| Peso | Peso del molde | Volumen del molde | Peso unitario |
|----------------------|----------------|--------------------|-----------------------|
| (gr.) | (gr.) | (cm ³) | (gr/cm ³) |
| 9505 | 6041.0 | 2125.86 | 1629 |
| 9550 | 6041.0 | 2125.86 | 1651 |
| 9552 | 6041.0 | 2125.86 | 1652 |
| Peso unitario suelto | | | 1644 |

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario compacto del agregado fino

El peso unitario compacto del agregado fino, se realizó siguiendo la norma MTC-E-203, donde se tuvo un peso unitario de 1882 gr/cm³, tal como se observa. (Ver Tabla 13)

Tabla 13: *Peso unitario compacto del agregado fino*

| Peso | Peso del molde | Volumen del molde | Peso unitario |
|------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|
| (gr.) | (gr.) | (cm ³) | (gr/cm ³) |
| 10039 | 6041.0 | 2125.86 | 1881 |
| 10045 | 6041.0 | 2125.86 | 1883 |
| 10042 | 6041.0 | 2125.86 | 1882 |
| Peso unitario compacto | | | 1882 |

Fuente: Elaboración propia**Peso unitario suelto del agregado grueso**

El peso unitario suelto, se realizó siguiendo la norma MTC-E-203, donde se tuvo un peso unitario de 1462 gr/cm³, tal como se muestra (Ver **Tabla 14**)

Tabla 14: *Peso unitario suelto del agregado grueso*

| Peso | Peso del molde | Volumen del molde | Peso unitario |
|----------------------|----------------|--------------------|-----------------------|
| (gr.) | (gr.) | (cm ³) | (gr/cm ³) |
| 12359 | 7660.0 | 3230.51 | 1455 |
| 12405 | 7660.0 | 3230.51 | 1469 |
| 12382 | 7660.0 | 3230.51 | 1462 |
| Peso unitario suelto | | | 1462 |

Fuente: Elaboración propia**Peso unitario compacto del agregado grueso**

El peso unitario compacto del agregado grueso, se realizó siguiendo la norma MTC-E-203, donde se tuvo un peso unitario de 1584 gr/cm³, tal como se observa. (Ver **Tabla 15**)

Tabla 15: *Peso unitario compacto del agregado grueso*

| Peso | Peso del molde | Volumen del molde | Peso unitario |
|------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|
| (gr.) | (gr.) | (cm ³) | (gr/cm ³) |
| 12755 | 7660.0 | 3230.51 | 1577 |
| 12802 | 7660.0 | 3230.51 | 1592 |
| 12778.5 | 7660.0 | 3230.51 | 1584 |
| Peso unitario compacto | | | 1584 |

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Peso específico

Peso específico del agregado fino

El específico del agregado fino, es de 2.59 gr/cm³ tal como se muestra. (Ver **Tabla 16**)

Tabla 16: *Peso específico del agregado fino*

| | | |
|----|------------------------------------|-------------------------|
| A | Muestra secada al horno (peso) | 480.22 |
| B | Muestra saturada seca (peso) | 500.00 |
| Wc | Picnómetro con agua (peso) | 1313.83 |
| W | Picnómetro + muestra + agua (peso) | 1628.72 |
| | Peso específico | 2.59 gr/cm ³ |

Fuente: Elaboración propia

Peso específico del agregado grueso

El específico del agregado grueso, es de 2.66 gr/cm³ tal como se muestra. (Ver **Tabla 17**)

Tabla 17: *Peso específico del agregado grueso*

| | | |
|----|------------------------------------|-------------------------|
| A | Muestra secada al horno (peso) | 778.29 |
| B | Muestra saturada seca (peso) | 800.00 |
| Wc | Picnómetro con agua (peso) | 1313.83 |
| W | Picnómetro + muestra + agua (peso) | 1821.21 |
| | Peso específico | 2.66 gr/cm ³ |

Fuente: Elaboración propia

Se muestra el desarrollo de la prueba para determinar el peso específico del agregado grueso. (Ver Figura N° 27)



Figura 27: Peso específico del agregado grueso

Fuente: propia

4.3.5 Finos que pasan por el tamiz N° 200

Para realizar la prueba de finos que pasan el tamiz N° 200, se elaboró mediante la norma técnica MTC-E-202, con una muestra de 0.5 kg de agregado fino, se obtuvo que pasaron 115.80 gramos que representa el 23.16% de finos que pasa el tamiz N° 200, tal como se observa. (Ver Tabla N° 18)

Tabla 18: *Finos que pasan el tamiz N° 200*

| AGREGADO FINO | | | |
|-------------------------------------|---------|----------|--------|
| Descripción | Símbolo | Cantidad | Unidad |
| Muestra (peso) | Pa | 500.00 | Gramos |
| Muestra lavada seca (peso) | Pb | 384.20 | Gramos |
| Material (pasa por la malla N° 200) | Pa-Pb | 115.80 | Gramos |
| % (pasa la malla N° 200) | A | 23.16 | % |

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el desarrollo de la prueba de finos que pasan el tamiz N° 200.
(Ver Figura N° 28)



Figura 28: Finos que pasan por el tamiz N° 200

Fuente: propia

4.3.6 Resistencia a la degradación del agregado por abrasión

La resistencia a la abrasión se realizó por método A con 12 esferas con 500 revoluciones con resultados de 42.72%, según la norma MTC E 207 y ASTM C131 tal como se muestra en la degradación del agregado es elevada debido a que fue extraído mediante voladura. (Ver Tabla N° 19)

Tabla 19: *Peso específico del agregado grueso*

| Tamaño de mallas | | Peso inicial | Peso final | Peso perdido | Porcentaje de desgaste |
|--------------------------|---------------|--------------|------------|--------------|------------------------|
| Pasa | Retiene | gr | gr | gr | gr |
| 38.1 mm (1 ½") | 25.4 mm (1") | 1250.0 | | | |
| 25.4 mm (1") | 19.0 mm (¾") | 1250.0 | | | |
| 19.0 mm (¾") | 12.7mm (½") | 1250.0 | | | |
| 12.7mm (½") | 9.5 mm (3/8") | 1250.0 | 2864.8 | 2136 | 42.72% |
| Peso total de la muestra | | 5000.00 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Se muestra la prueba a la resistencia a la degradación del agregado grueso. (Ver Figura N° 29)



Figura 29: Resistencia a la degradación

Fuente: propia

4.4 Diseño de mezclas del concreto.

4.4.1 Diseño de mezclas para el concreto $f'_c = 245 \text{ kg/cm}^2$

El diseño de mezcla, se elaboró mediante el diseño del ACI 211.1.74 y ACI 211.1.81, donde el agregado fue extraído las voladuras del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III. El concreto a producir será de una resistencia a la compresión de $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días, por lo cual deberá de tener una resistencia $F'_{cr}= 329 \text{ kg/cm}^2$. Para una adecuada trabajabilidad tendrá un asentamiento de 3" a 4", y al estar el concreto expuesto al interperismo severo, se considerará un aire atrapado del 5.0 %, y la relación de agua-cemento será de 0.43, porque se considerará que el concreto será atacado por los sulfatos. Se tuvo como resultado del diseño de mezclas que, para 1 bolsa de cemento, se deberá de tener 1.25 p3 de arena, 2.81 p3 de agregado grueso y 21 litros de agua, tal como se muestra (Ver **Tabla 20**)

Tabla 20: Dosificación de mezcla de concreto método ACI, resistencia $f'c=245$ kg/cm²

| Dosificación de mezcla de concreto método ACI | | | | |
|---|--|---------------------------------|-----------------|-----------|
| Resistencia | 245 kg/cm² | | | |
| Procedencia del material | Agregado de voladura del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III | | | |
| Tipo de cemento | RUMI IP | Portland con adición puzolánica | | |
| Propiedades físicas | Agregado grueso | Agregado fino | | |
| TMN | 1" | | | |
| Módulo de fineza | | 2.46 | | |
| Peso específico | 2.66 | 2.59 | | |
| Peso unitario (suelto) | 1462 | 1644 | | |
| Peso unitario (Varillado) | 1584 | 1882 | | |
| % de humedad natural | 1.11 | 2.75 | | |
| % de Absorción | 2.79 | 4.12 | | |
| Consideraciones | | | | |
| | Slump | 3" a 4" | | |
| | Agua | 175 lt/m³ | | |
| | Aire atrapado | 5% | | |
| | Relación agua-cemento | 0.43 | | |
| | Volumen del agregado grueso | 0.704 m³ | | |
| | | | | |
| Materiales para 1m³ de concreto | Volumen absoluto (m³) | Peso (Kg/m³) | | |
| Agua | 0.425 | 175 | | |
| Cemento | 1.00 | 412 | | |
| Aire | - | 5.00 % | | |
| Agregado grueso | 2.71 | 1115 | | |
| Agregado fino | 1.33 | 548 | | |
| | | | | |
| Corrección por humedad y absorción | Volumen absoluto (m³) | Peso (Kg/m³) | | |
| Agua | 0.49 | 201 | | |
| Cemento | 1 | 412 | | |
| Aire | - | 5.00 % | | |
| Agregado grueso | 2.74 | 1128 | | |
| Agregado fino | 1.37 | 563 | | |
| | | | | |
| Dosificación | Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua |
| En volumen | 1.00 | 1.25 p3 | 2.81 p3 | 21 |
| Peso por tanda de 1 bolsa | 42.50 Kg. | 58.09 Kg | 116.41 Kg | 20.77 lt. |
| Factor cemento | | 9.69 bolsa/m³ | | |

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Diseño de mezclas para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

El diseño de mezcla, se elaboró mediante el diseño del ACI 211.1.74 y ACI 211.1.81, donde el agregado fue extraído las voladuras del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III. El concreto a producir será de una resistencia a la compresión de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días, por lo cual deberá de tener una resistencia $F'cr= 364 \text{ kg/cm}^2$. Para una adecuada trabajabilidad tendrá un asentamiento de 3" a 4", y al estar el concreto expuesto al interperismo severo, se considerará un aire atrapado del 5.0 %, y una relación de a/c será de 0.39, por que se considerará que el concreto será atacado por los sulfatos. Se tuvo como resultado del diseño de mezclas que, para 1 bolsa de cemento, se deberá de tener 1.07 p3 de arena, 2.58 p3 de agregado grueso y 19 litros de agua, tal como se muestra. (Ver **Tabla 21**)

Tabla 21: Dosificación de mezcla de concreto método ACI, resistencia $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

| Dosificación de mezcla de concreto método ACI | | |
|---|---|---------------------------------|
| Resistencia | 280 kg/cm ² | |
| Procedencia del material | Agregado de voladura del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III | |
| Tipo de cemento | RUMI IP | Portland con adición puzolánica |
| Propiedades físicas | Agregado grueso | Agregado fino |
| TMN | 1" | |
| Módulo de fineza | | 2.46 |
| Peso específico | 2.66 | 2.59 |
| Peso unitario (suelto) | 1462 | 1644 |
| Peso unitario (Varillado) | 1584 | 1882 |
| % de humedad natural | 1.11 | 2.75 |
| % de Absorción | 2.79 | 4.12 |
| Consideraciones | | |
| | Slump | 3" a 4" |
| | Agua | 175 lt/m ³ |
| | Aire atrapado | 5% |
| | Relación agua-cemento | 0.39 |
| | Volumen del agregado grueso | 0.704 m ³ |
| Materiales para 1m³ de concreto | Volumen absoluto (m³) | Peso (Kg/m³) |
| Agua | 0.39 | 175 |
| Cemento | 1.00 | 449 |
| Aire | - | 5.00 % |
| Agregado grueso | 2.49 | 1115 |

| Agregado fino | 1.15 | 514 | | |
|------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------|-----------|
| Corrección por humedad y absorción | Volumen absoluto (m³) | Peso (Kg/m³) | | |
| Agua | 0.45 | 201 | | |
| Cemento | 1 | 449 | | |
| Aire | - | 5.00 % | | |
| Agregado grueso | 2.51 | 1128 | | |
| Agregado fino | 1.18 | 528 | | |
| Dosificación | Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua |
| En volumen | 1.00 | 1.1 p3 | 2.6 p3 | 19 lt |
| Peso por tanda de 1 bolsa | 42.50 Kg. | 50.03 Kg | 106.82 Kg | 19.02 lt. |
| Factor cemento | | 10.56 bolsa/m³ | | |

Fuente: Elaboración propia

4.5 Propiedades del concreto en estado fresco

4.5.1 Prueba de exudación

Se detalla la medición de la exudación del concreto. (Ver Figura N°30)

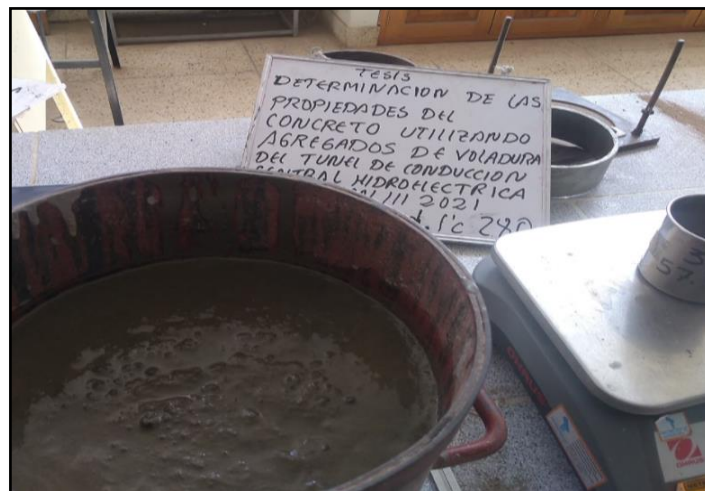


Figura 30: Prueba de exudación del concreto

Fuente: propia

Prueba de exudación para el concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$

La prueba de exudación se realizó mediante las normas ASTM C 525 y AASTHO T-26, donde se tuvo una exudación del 4.78%, tal como se observa (Ver Tabla N° 23)

Tabla 22: Datos del recipiente

| Datos | Volumen extraído (cm ³) |
|----------|-------------------------------------|
| Diámetro | 22.69 |
| Área | 4.81 |
| Altura | 5.61 |
| Volumen | 5.61 |

Fuente: Elaboración propia**Tabla 23: Prueba de exudación**

| Tiempo (h) | Volumen extraído (cm ³) | Volumen acumulado | V (Ve/A) |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------|----------|
| Inicio | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 4.81 | 4.81 | 0.01 |
| 10 | 5.61 | 10.42 | 0.01 |
| 10 | 5.61 | 16.03 | 0.01 |
| 10 | 5.81 | 21.84 | 0.01 |
| 30 | 13.03 | 34.87 | 0.03 |
| 30 | 16.03 | 50.90 | 0.03 |
| 30 | 15.03 | 65.93 | 0.03 |
| 30 | 12.02 | 77.96 | 0.03 |
| V. final (cm3) | | 77.96 | |
| V | | 0.0780 L | |
| Cemento kg/m3 | | 4.00 | |
| W: Agua efectiva | | 1.50 | |
| Ag fino kg/m3 | | 4.50 | |
| Ag Grueso kg/m3 | | 8.90 | |
| W. Cantidad de material en Kg, | | 18.90 | |
| Peso del recipiente | | 7.06 | |
| Peso del concreto + recipiente | | 27.59 | |
| S: Peso del concreto (kg) | | 20.53 | |
| C | | 1.63L | |
| Exudación (%) | | 4.78% | |

Fuente: Elaboración propia

Prueba de exudación para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

La prueba de exudación se realizó mediante las normas ASTM C 525 y AASTHO T-26, donde se tuvo una exudación del 5.35%, tal como se muestra. (Ver Tabla 25)

Tabla 24: Datos del recipiente

| Datos | Volumen extraído (cm ³) |
|----------|-------------------------------------|
| Diámetro | 22.69 |
| Área | 4.81 |
| Altura | 5.61 |
| Volumen | 5.61 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Prueba de exudación

| Tiempo (h) | Volumen extraído (cm ³) | Volumen acumulado | V (Ve/A) |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|----------|
| Inicio | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 5.01 | 5.01 | 0.01 |
| 10 | 7.01 | 12.02 | 0.01 |
| 10 | 7.01 | 19.04 | 0.01 |
| 10 | 7.01 | 26.05 | 0.01 |
| 30 | 15.03 | 41.08 | 0.03 |
| 30 | 19.04 | 60.12 | 0.04 |
| 30 | 14.03 | 74.15 | 0.03 |
| 30 | 13.03 | 87.17 | 0.03 |
| V. final (cm ³) | | 87.17 | |
| V | | 0.0872 L | |
| Cemento kg/m ³ | | 4.30 | |
| W: Agua efectiva | | 1.60 | |
| Ag fino kg/m ³ | | 4.80 | |
| Ag Grueso kg/m ³ | | 10.50 | |
| W. Cantidad de material en Kg, | | 21.10 | |
| Peso del recipiente | | 7.06 | |
| Peso del concreto más recipiente | | 28.55 | |
| S: Peso del concreto (kg) | | 21.49 | |
| C | | 1.63L | |
| Exudación (%) | | 5.35% | |

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Peso unitario del concreto

Peso unitario para un diseño $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$

Se determinó en función a la NTP 339.080 y la NTP 339.046, para la resistencia de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, se determinó un peso unitario de 2353.23 kg/m^3 , tal como se muestra. (Ver Tabla N° 26)

Tabla 26: *Peso unitario del concreto estado fresco de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$*

| | | | |
|---|-------------------------------|--|--|
| Datos del molde | | | |
| Diámetro (cm) | 24.96 | | |
| Altura (cm) | 18.9 | | |
| Peso (gr) | 7080 | | |
| Área (cm²) | 478.78 | | |
| Descripción de la muestra | Peso del concreto (gr) | Volumen del molde (m²) | Peso unitario del concreto (kg/m³) |
| Concreto de diseño 245 kg/cm ² | 27590.00 | 0.009 | 2353.23 |

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

El peso unitario se determinó en función a la NTP 339.080 y la NTP 339.046, para un diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, se obtuvo un peso unitario de 2458.32 kg/m^3 , tal como se muestra. (Ver **Tabla 27**)

Tabla 27: *Peso unitario del concreto fresco de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

| | | | |
|---|-------------------------------|--|--|
| Datos del molde | | | |
| Diámetro (cm) | 24.96 | | |
| Altura (cm) | 18.9 | | |
| Peso (gr) | 7060 | | |
| Área (cm²) | 478.78 | | |
| Descripción de la muestra | Peso del concreto (gr) | Volumen del molde (m³) | Peso unitario del concreto (kg/m³) |
| Concreto de diseño 245 kg/cm ² | 28550.00 | 0.009 | 2458.32 |

Fuente: Elaboración propia

4.5.3 Trabajabilidad del concreto

se detalla el proceso de la determinación de la trabajabilidad del concreto con agregado de voladura. (Ver Figura N° 31 y 32)



Figura 31: Prueba de trabajabilidad del concreto

Fuente: propia



Figura 32: Trabajabilidad de 3" a 4" del concreto

Fuente: propia

Trabajabilidad del concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$

La trabajabilidad del concreto se determinó en función a la MTC E 705, para un diseño de mezcla de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, obtuvimos una trabajabilidad de 3 ½" y 4", tal como se observa. (Ver **Tabla 28**)

Tabla 28: *Trabajabilidad del concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$*

| Descripción | Und | Slump |
|-----------------|-------|-----------|
| Slump de diseño | Pulg. | 3"-4" |
| Medición | Pulg. | 3 ½" – 4" |

Fuente: Elaboración propia

Trabajabilidad del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

La trabajabilidad del concreto se determinó en función a la MTC E 705, para un diseño de mezcla de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, obtuvimos una trabajabilidad de 3" y 3 ½", tal como se observa. (Ver Tabla N° 29)

Tabla 29: *Trabajabilidad del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

| Descripción | Und | Slump |
|-----------------|-------|-----------|
| Slump de diseño | Pulg. | 3"- 4" |
| Medición | Pulg. | 3" – 3 ½" |

Fuente: Elaboración propia

4.6 Propiedades del concreto endurecido

4.6.1 Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión se halló mediante la NTP 339. 034, donde se utilizó procedimiento para determinar la resistencia a compresión. (Ver Figura N° 33 y 34)



Figura 33: Prueba de la resistencia a la compresión

Fuente: propia



Figura 34: Prueba de la resistencia a la compresión

Fuente: propia

Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$

La resistencia a la compresión se halló mediante la norma NTP 339.034, donde para un diseño $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$, a la edad de los 7 días se obtuvo una resistencia a la compresión de 103.495 kg/cm^2 , que equivale al 42.22%, tal como se muestra. (Ver Tabla N° 30)

Tabla 30: Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ (7 días)

| N° | Descripción de la muestra | Carga (Kg) | Diámetro | Área | Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | F'c Diseño (kg/cm ²) | Fecha | | Edad | Rotura (%) |
|----|--|------------|----------|------|--|----------------------------------|------------|------------|------|------------|
| | | | | | | | Molde | Rotura | | |
| 1 | Briqueta de Prueba M-01 10.55 cm x 20.00 cm | 7760 | 10.55 | 87.4 | 88.77 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 36.20% |
| 2 | Briqueta de Prueba M-02 10.55 cm x 20.00 cm | 10250 | 10.60 | 88.2 | 116.15 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 47.40% |
| 3 | Briqueta de Prueba M-03 10.55 cm x 20.00 cm | 9170 | 10.56 | 87.6 | 104.84 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 42.70% |
| 4 | Briqueta de Prueba M-04 10.55 cm x 20.00 cm | 9270 | 10.56 | 87.6 | 105.84 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 43.20% |
| 5 | Briqueta de Prueba M-05 10.55 cm x 20.00 cm | 9120 | 10.58 | 87.9 | 103.74 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 42.3% |
| 6 | Briqueta de Prueba M-06 10.55 cm x 20.00 cm | 8800 | 10.50 | 86.6 | 101.63 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 41.50% |

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión se halló mediante la NTP 339.034, donde para un diseño de mezclas $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días se obtuvo una resistencia a la compresión de 149.42 kg/cm^2 , que equivale al 60.98%, tal como se muestra. (Ver **Tabla 31**)

Tabla 31: Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ (28 días)

| N° | Descripción de la muestra | Carga (Kg) | Diámetro | Área | Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | F'c Diseño (kg/cm ²) | Fecha | | Edad | Rotura (%) |
|----|--|------------|----------|------|--|----------------------------------|------------|------------|------|------------|
| | | | | | | | Molde | Rotura | | |
| 1 | Briqueta de Prueba M-01 10.60 cm x 20.00 cm | 12300 | 10.6 | 88.2 | 139.38 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 28 | 56.90% |
| 2 | Briqueta de Prueba M-02 10.54 cm x 20.00 cm | 13660 | 10.54 | 87.3 | 156.56 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 28 | 63.90% |
| 3 | Briqueta de Prueba M-03 10.50 cm x 20.00 cm | 13160 | 10.5 | 86.6 | 151.98 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 28 | 62.00% |
| 4 | Briqueta de Prueba M-04 10.53 cm x 20.00 cm | 12890 | 10.53 | 87.1 | 148.02 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 28 | 60.40% |
| 5 | Briqueta de Prueba M-05 10.52 cm x 20.00 cm | 12740 | 10.52 | 86.9 | 146.57 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 28 | 59.80% |
| 6 | Briqueta de Prueba M-06 10.50 cm x 20.00 cm | 13340 | 10.5 | 86.6 | 154.06 | 245 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 28 | 62.90% |

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

La resistencia a la compresión se halló mediante la norma NTP 339.034, y se realizó en un total de 6 muestras. Para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, a los 7 días se halló una resistencia a la compresión de 107.866 kg/cm^2 , que equivale al 38.52%, tal como se observa. (Ver **Tabla 32**)

Tabla 32: Resistencia a la compresión para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

| N° | Descripción de la muestra | Carga (Kg) | Diámetro | Área | Esfuerzo de rotura (kg/cm^2) | $F'c$ Diseño (kg/cm^2) | Fecha | | Edad | Rotura (%) |
|----|--|------------|----------|------|---|-----------------------------------|------------|------------|------|------------|
| | | | | | | | Molde | Rotura | | |
| 1 | Briqueta de Prueba M-01 10.55 cm x 20.00 cm | 9180 | 10.55 | 87.4 | 105.01 | 280 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 37.50% |
| 2 | Briqueta de Prueba M-02 10.55 cm x 20.00 cm | 9210 | 10.57 | 87.7 | 104.96 | 280 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 37.50% |
| 3 | Briqueta de Prueba M-03 10.55 cm x 20.00 cm | 9880 | 10.54 | 87.3 | 113.24 | 280 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 40.40% |
| 4 | Briqueta de Prueba M-04 10.55 cm x 20.00 cm | 9150 | 10.52 | 86.9 | 105.27 | 280 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 37.60% |
| 5 | Briqueta de Prueba M-05 10.55 cm x 20.00 cm | 9520 | 10.54 | 87.3 | 109.11 | 280 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 39.00% |
| 6 | Briqueta de Prueba M-06 10.55 cm x 20.00 cm | 9600 | 10.56 | 87.6 | 109.61 | 280 | 19/05/2021 | 26/05/2021 | 7 | 39.10% |

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión se halló mediante la NTP 339.034, y se realizó en un total de 6 muestras. Para un diseño de mezclas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, a la edad de los 28 días se obtuvo una resistencia a la compresión de 155.78 kg/cm^2 , que equivale al 55.67%, tal como se observa. (Ver **Tabla 33**)

Tabla 33: Resistencia a la compresión para un diseño $f'c=280$ kg/cm²

| N° | Descripción de la muestra | Carga (Kg) | Diámetro | Área | Esfuerzo de rotura (kg/cm²) | F'c Diseño (kg/cm²) | Fecha | | Edad | Rotura (%) |
|----|--|------------|----------|------|-----------------------------|---------------------|------------|------------|------|------------|
| | | | | | | | Molde | Rotura | | |
| 1 | Briqueta de Prueba M-01 10.55 cm x 20.00 cm | 14100 | 10.55 | 87.4 | 161.30 | 280 | 19/05/2021 | 16/06/2021 | 28 | 57.60% |
| 2 | Briqueta de Prueba M-02 10.55 cm x 20.00 cm | 12810 | 10.58 | 87.9 | 145.71 | 280 | 19/05/2021 | 16/06/2021 | 28 | 52.00% |
| 3 | Briqueta de Prueba M-03 10.55 cm x 20.00 cm | 13880 | 10.60 | 88.2 | 157.29 | 280 | 19/05/2021 | 16/06/2021 | 28 | 56.20% |
| 4 | Briqueta de Prueba M-04 10.55 cm x 20.00 cm | 13820 | 10.56 | 87.6 | 157.29 | 280 | 19/05/2021 | 16/06/2021 | 28 | 56.40% |
| 5 | Briqueta de Prueba M-05 10.55 cm x 20.00 cm | 13220 | 10.58 | 87.9 | 150.37 | 280 | 19/05/2021 | 16/06/2021 | 28 | 53.70% |
| 6 | Briqueta de Prueba M-06 10.55 cm x 20.00 cm | 14090 | 10.50 | 86.6 | 162.72 | 280 | 19/05/2021 | 16/06/2021 | 28 | 58.10% |

Fuente: Elaboración propia

4.6.2 Resistencia a la tracción del concreto

La resistencia a la tracción se halló en función a la norma MTC E 208, se puede observar el procedimiento de la prueba de tracción indirecta. (Ver Figura N° 35 y 36)



Figura 35: Prueba de la resistencia a tracción indirecta

Fuente: propia



Figura 36: Probetas para determinar la resistencia a la tracción

Fuente: propia

Resistencia a la tracción del concreto $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$

La resistencia a la tracción se halló mediante la norma MTC E 208, donde se realizó un total de 6 pruebas. Para un diseño de mezclas $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$, a los 7 días se alcanzó una resistencia a la tracción de 16.94 kg/cm^2 , tal como se muestra. (Ver **Tabla 34**)

Tabla 34: Resistencia a la tracción para un diseño $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ (7 días)

| | | Carga | Ø | Longitud | f'_c diseño | Fecha | | Edad | Tracción indirecta |
|----|--|-------|-------------------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|---|
| N° | Descripción de la muestra | (kg) | (cm) | (cm) | (kg/cm ²) | Moldeo | Rotura | (días) | $T = \frac{2P}{\pi L d}$ (Kg/cm ²) |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 15.03 cm. x 29.85 cm. | 11940 | 15.0 ₃ | 29.9 | 245 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 16.94 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 15.02 cm. x 29.80 cm. | 12230 | 15.0 ₂ | 29.8 | 245 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 17.39 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 15.00 cm. x 29.86 cm. | 11560 | 15 | 29.9 | 245 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 16.43 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 15.05 cm. x 29.88 cm. | 11860 | 15.0 ₅ | 29.9 | 245 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 16.79 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 15.03 cm. x 29.88 cm. | 12120 | 15.0 ₃ | 29.9 | 245 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 17.18 |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 15.00 cm. x 29.85 cm. | 11930 | 15 | 29.9 | 245 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 16.96 |

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la tracción se halló mediante la norma MTC E 208, donde se realizó un total de 6 pruebas. Para un diseño de mezclas $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días se obtuvo una resistencia a la tracción de 19.02 kg/cm^2 , tal como se muestra. (Ver **Tabla 35**)

Tabla 35: Resistencia a la tracción para un diseño $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ (28 días)

| | | Carga | Ø | Longitud | $f'c$ diseño | Fecha | | Edad | Tracción indirecta |
|----|---------------------------|-------|-------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|---|
| N° | Descripción de la muestra | (kg) | (cm) | (cm) | (kg/cm ²) | Moldeo | Rotura | (días) | $T = \frac{2P}{\pi l.d}$ (Kg/cm ²) |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 | 13470 | 15.05 | 29.9 | 245 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 19.06 |
| | 15.05 cm. x 29.90 cm. | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 | 13530 | 15.06 | 30.1 | 245 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 19.03 |
| | 15.06 cm. x 30.05 cm. | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 | 13510 | 15 | 30.0 | 245 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 19.11 |
| | 15.00 cm. x 30.00 cm. | | | | | | | | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 | 13450 | 15.04 | 30.0 | 245 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 18.99 |
| | 15.04 cm. x 29.98 cm. | | | | | | | | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 | 13580 | 15.10 | 30.0 | 245 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 19.12 |
| | 15.10 cm. x 29.95 cm. | | | | | | | | |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 | 13430 | 15.15 | 30.0 | 245 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 18.81 |
| | 15.15 cm. x 30.01 cm. | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la tracción para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

La resistencia a la tracción se halló mediante la norma MTC E 208, donde se realizó un total de 6 pruebas. Para un diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, a los 7 días se alcanzó una resistencia a la tracción promedio de 18.75 kg/cm^2 (Ver Tabla N° 36)

Tabla 36: Resistencia a la tracción para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (7 días)

| N° | Descripción de la muestra | Carga | Ø | Longitud | f'c diseño | Fecha | | Edad | Tracción indirecta |
|----|---------------------------|-------|-------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|---|
| | | (kg) | (cm) | (cm) | (kg/cm ²) | Moldeo | Rotura | (días) | $T = \frac{2P}{\pi L d}$ (Kg/cm ²) |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 | 13150 | 15.07 | 29.6 | 280 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 18.75 |
| | 15.07 cm. x 29.62 cm. | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 | 13520 | 15.02 | 29.8 | 280 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 19.26 |
| | 15.05 cm. x 29.76 cm. | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 | 13480 | 15.06 | 29.9 | 280 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 19.06 |
| | 15.06 cm. x 29.90 cm. | | | | | | | | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 | 12850 | 15.00 | 29.9 | 280 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 18.27 |
| | 15.00 cm. x 29.85 cm. | | | | | | | | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 | 12990 | 15.05 | 29.9 | 280 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 18.39 |
| | 15.05 cm. x 29.88 cm. | | | | | | | | |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 | 13240 | 15.02 | 29.9 | 280 | 17/05/2021 | 24/05/2021 | 7 | 18.77 |
| | 15.02 cm. x 29.90 cm. | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la tracción se halló mediante la norma MTC E 208, donde se realizó un total de 6 pruebas. Para un diseño de mezclas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días se obtuvo una resistencia a la tracción promedio de 19.285 kg/cm^2 , tal como se muestra. (Ver Tabla N° 37)

Tabla 37: Resistencia a la tracción del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

| N° | Descripción de la muestra | Carga | Ø | Longitud | f'c diseño | Fecha | | Edad | Tracción indirecta |
|----|---------------------------|-------|-------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|---|
| | | (kg) | (cm) | (cm) | (kg/cm ²) | Moldeo | Rotura | (días) | $T = \frac{2P}{\pi L d}$ (Kg/cm ²) |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 | 14720 | 30.1 | 29.6 | 280 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 20.69 |
| | 15.10 cm. x 30.00 cm. | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 | 14720 | 30.0 | 29.8 | 280 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 20.66 |
| | 15.05 cm. x 30.00 cm. | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 | 14520 | 30.0 | 29.9 | 280 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 21.41 |
| | 15.10 cm. x 30.00 cm. | | | | | | | | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 | 14900 | 15.06 | 30.0 | 280 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 11.03 |
| | 15.06 cm. x 29.95 cm. | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|-------|-------|------|-----|------------|------------|----|-------|
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 | 14790 | 15.10 | 30.0 | 280 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 20.80 |
| | 15.10 cm. x 29.98 cm. | | | | | | | | |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 | 15000 | 15.07 | 30.0 | 280 | 17/05/2021 | 14/06/2021 | 28 | 21.12 |
| | 15.07 cm. x 30.00 cm. | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

4.6.3 Módulo de elasticidad

Para determinar el módulo de elasticidad del concreto se terminó mediante una fórmula indirecta que se plantea en el RNE, en el capítulo E-060.

$$Ec = (wc)^{1.5} 0.043 \sqrt{f'c}$$

Módulo de elasticidad para un diseño $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$

El módulo de elasticidad se determinó en relación a las de 6 pruebas, realizadas para un diseño de mezclas $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días. Donde se obtuvo un módulo de elasticidad promedio de 18787.28 Mpa, tal como se observa. (Ver **Tabla 38**)

Tabla 38: Módulo de elasticidad para un concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$

| N° | Descripción de la muestra | Esfuerzo de rotura (kg/cm2) | $f'c$ Diseño (kg/cm2) | Edad | Peso unitario del concreto | Módulo de elasticidad (Mpa) |
|----|---|-----------------------------|-----------------------|------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | Briqueta de Prueba M-01 10.55 cm x 20.00 cm | 139.38 | 245 | 28 | 2353.23 | 18147.867 |
| 2 | Briqueta de Prueba M-02 10.55 cm x 20.00 cm | 156.56 | 245 | 28 | 2353.23 | 19233.8296 |
| 3 | Briqueta de Prueba M-03 10.55 cm x 20.00 cm | 151.98 | 245 | 28 | 2353.23 | 18950.4086 |
| 4 | Briqueta de Prueba M-04 10.55 cm x 20.00 cm | 148.02 | 245 | 28 | 2353.23 | 18701.8926 |
| 5 | Briqueta de Prueba M-05 10.55 cm x 20.00 cm | 146.57 | 245 | 28 | 2353.23 | 18610.0655 |
| 6 | Briqueta de Prueba M-06 10.55 cm x 20.00 cm | 154.06 | 245 | 28 | 2353.23 | 19079.6456 |

Fuente: Elaboración propia

Módulo de elasticidad para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

El módulo de elasticidad se determinó en relación a las de 6 pruebas, realizadas para un diseño de mezclas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días. Donde se obtuvo un módulo de elasticidad promedio de 20493.25 Mpa, tal como se observa. (Ver **Tabla 39**)

Tabla 39: *Módulo de elasticidad para diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

| N° | Descripción de la muestra | Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | F'c Diseño (kg/cm ²) | Edad | Peso unitario del concreto | Módulo de elasticidad |
|----|---|--|----------------------------------|------|----------------------------|-----------------------|
| 1 | Briqueta de Prueba M-01 10.55 cm x 20.00 cm | 161.38 | 280 | 28 | 2458.32 | 20850.2502 |
| 2 | Briqueta de Prueba M-02 10.55 cm x 20.00 cm | 145.71 | 280 | 28 | 2458.32 | 19812.1266 |
| 3 | Briqueta de Prueba M-03 10.55 cm x 20.00 cm | 157.79 | 280 | 28 | 2458.32 | 20617.0324 |
| 4 | Briqueta de Prueba M-04 10.55 cm x 20.00 cm | 157.79 | 280 | 28 | 2458.32 | 20617.0324 |
| 5 | Briqueta de Prueba M-05 10.55 cm x 20.00 cm | 150.37 | 280 | 28 | 2458.32 | 20126.4424 |
| 6 | Briqueta de Prueba M-06 10.55 cm x 20.00 cm | 162.72 | 280 | 28 | 2458.32 | 20936.635 |

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación, se llegó a una resistencia promedio del 42.22% a los 7 días y una resistencia de 60.98% a la edad de 28 días para un diseño $f'_c=245$ kg/cm², por lo cual se rechaza la hipótesis específica y es aceptada la hipótesis nula, donde no es posible el determinar un diseño de mezclas para un concreto con resistencia $f'_c=245$ kg/cm², con agregado de voladura del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III. Además, se llegó a una resistencia promedio del 38.52% a los 7 días y una resistencia de 55.67% a la edad de 28 días para un diseño $f'_c=280$ kg/cm² por lo cual se la hipótesis específica es rechazada y es aceptada la hipótesis nula, donde no es posible el determinar un diseño de mezclas para un concreto con resistencia $f'_c=280$ kg/cm² con agregado de voladura del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III. Por lo cual la resistencia a la compresión, para un diseño de $f'_c=245$ kg/cm² fue de 149.42 kg/cm²; para un diseño de $f'_c=280$ kg/cm² se llegó a una resistencia de 155.78 kg/cm² El concreto elaborado con el agregado de voladura, no es adecuado para un uso estructural.

Estos resultados difieren con los hallados por Alnuaim et al., (2021), en donde el agregado extraído sirvió de forma adecuada como concreto estructural. Así como los resultados hallados por Voit (2020), en su investigación concluye que el material de excavación de rocas metamórficas puede reciclarse con éxito como agregado para diferentes tipos de concreto, mediante la trituración de tres etapas y un procesamiento húmedo eficiente. Teniendo en cuenta que se debe de realizar una investigación preliminar del material, para su utilización en la producción de concreto.

VI. CONCLUSIONES

Conclusiones Generales

Los análisis de laboratorio de los agregados grueso y finos demostraron que estos no estaban dentro de los parámetros de la curva granulométrica; así como el agregado grueso tuvo un desgaste a la abrasión de del 42.72% el cual es elevado. Además, al realizar las pruebas de tracción y compresión del concreto elaborado con diseños de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 con agregados de voladura del túnel de conducción de la central hidroeléctrica San Gabán III, estos no llegaron a la resistencia con las que fueron diseñado, puesto que alcanzaron resistencias a la compresión de 149.42 kg/cm^2 y 155.78 kg/cm^2 a los 28 días respectivamente. Por lo cual se concluye que el concreto elaborado con agregado de voladura no deberían de ser utilizados para concretos estructurales, si no para concretos simples, que pueden ser utilizados en elementos como cimiento corridos, solados y rellenos.

Conclusiones del Objetivo Específico N° 01

Al analizar las propiedades físicas del agregado de voladura, se halló que el agregado de voladura extraído del túnel de conducción, no cumple de forma completa con la curva granulométrica, y se tuvo un T.M. de $1 \frac{1}{2}$ " del agregado grueso y el agregado fino tuvo un módulo de fineza con valor de 2.45. En relación al contenido de humedad, se tuvo 2.75% para el material fino y 1.11% para el material grueso. El P.U. del agregado fino fue de 1644 gr/cm^3 mientras que para el agregado grueso fue 1584 gr/cm^3 . El peso específico para el agregado fino fue de 2.59 gr/cm^3 , y del agregado grueso fue de 2.66 gr/cm^3 . Los finos que pasaron el tamiz 200 fueron del 23.16%. La resistencia por abrasión fue del 42.72%.

Conclusiones del Objetivo Específico N° 02

Al realizar el diseño de mezcla para el concreto de resistencia de; $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvo un factor cemento de 9.69 bolsas por metro cúbico, y una dosificación de

por bolsa de cemento de 1.25 p3 de agregado fino, 2.81p3 de agregado grueso y 21 litros de agua.

Para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvo un factor cemento de 10.56 bolsas por metro cúbico, y una dosificación de por bolsa de cemento de 1.1 p3 de agregado fino, 2.60 p3 de agregado grueso y 19 litros de agua.

Conclusiones del Objetivo Específico N° 03

Al analizar las propiedades del concreto fresco, se determinó una exudación de 4.78% con un diseño de mezclas de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, y una exudación de 5.35% para un diseño de mezcla de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, un peso unitario de 2353.23 kg/m^3 para una resistencia de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, y un peso unitario de 2458 kg/m^3 , para un diseño de mezcla de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, así como una trabajabilidad 3 ½" y 4" para una resistencia de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ y de 3" y 3 ½" para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Conclusiones del Objetivo Específico N° 04

Se estableció la resistencia a compresión de 103.49 kg/cm^2 a la edad de los 7 días y una resistencia de 149.42 kg/cm^2 a la edad de los 28 días para un diseño de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, mientras que se alcanzó una resistencia a la compresión de 107.866 kg/cm^2 a los 7 días y una resistencia de 155.78 kg/cm^2 a los 28 días para un diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$. Por lo cual se concluye que para ambos diseños no se llegó a la resistencia esperada, puesto que para un diseño $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, se obtuvo el 60.98% de su valor y para un diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, se obtuvo el 55.67% de su valor.

Se alcanzó una resistencia a la tracción de 16.94 kg/cm^2 a la edad de los 7 días y una resistencia de 19.02 kg/cm^2 a la edad de los 28 días para un diseño de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, mientras que se obtuvo una resistencia a la tracción de 18.75 kg/cm^2 los 7 días y una resistencia de 19.28 kg/cm^2 a los 28 días para un diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$. Concluyendo que se obtuvo una resistencia a la tracción menor a la esperada, puesto que la compresión fue inferior, además que la resistencia a

tracción para un diseño de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ fue el 12.72% de la resistencia a compresión a los 28 días y para un diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ fue el 12.37% de la resistencia a la compresión a los 28 días

El módulo de elasticidad para un diseño de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ fue de 18787.28 Mpa y para un diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ fue de 20493.25 Mpa.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que el uso del concreto producido con el agregado de voladura del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III, sea considerado como un concreto simple. Debido a que no tiene las características para ser un concreto con fines estructurales o de mediana resistencia.

Se recomienda a las futuras investigaciones, que se realicen diseños más conservadores para elaborar el concreto. Debido a que el diseño realizado no llegó a la resistencia de diseño.

Se recomienda a las futuras investigaciones, que se incluya aditivos plastificantes para poder disminuir la relación agua cemento y de esta manera poder alcanzar la resistencia a compresión de diseño con agregados de voladura proveniente del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III.

Se recomienda realizar una evaluación más integral del agregado de voladura proveniente del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban III, debido a que el material extraído solo fue una muestra representativa de la parte que se estaba realizando la excavación.

REFERENCIAS

- Alnuaim, A., Abbas, Y., & Khan, M. (2021). Sustainable application of processed TBM excavated rock material as green structural concrete aggregate. *Construction and Building Materials*, 274(4), 121–245. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121245>
- Benito, J., Miñano, I., Parra, C., Alcaraz, J., & Hidalgo, P. (2018). Hormigón ligero estructural con áridos reciclados. *V Congreso Iberoamericano de Hormigón Autocompactante y Hormigones Especiales*, 10. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4995/HAC2018.2018.5614>
- Brito, J., & Alves, F. (2010). Concrete with recycled aggregates. *Materials and Structures*, 43, 35–51. <https://doi.org/10.1617/s11527-010-9595-7>
- Cabezas, E., Andrade, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación*.
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (S. A. D. C. . McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES (ed.); 6ta edición).
- León, M., & Ramíres, F. (2010). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. *Revista Ingeniería de Construcción*, 25(2), 215–240.
- Machaca, G. (2019). *Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca*. Universidad Peruana Unión.
- McCormac, J., & Brown, R. (2011). *Diseño de concreto reforzado* (S. A. de C. . Alfaomega Grupo Editor (ed.); Octava).
- Mori, H. (2019). *La resistencia a la compresión e impermeabilidad de concretos con agregados reciclados en comparación de concretos tradicionales*. Universidad Nacional de San Martín.
- Nilson, A., & Darwin, D. (2001). *Diseño de estructuras* (S. A. McGRAW-HILL INTERAMERICANA (ed.); Duodécima).

- Rodríguez, G. (2018). *RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'_c=175 \text{ Kg/cm}$ CON TRES PORCENTAJES DE REEMPLAZO DE AGREGADOS CON CONCRETO RECICLADO*. Universidad Privada del Norte.
- Voit, K., & Kuschel, E. (2020). Rock Material Recycling in Tunnel Engineering. *Applied Sciences*, 10(8). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app10082722>
- Voit, K., Murr, R., Cordes, T., & Zeman, O. (2020). Tunnel spoil recycling for concrete production at the Brenner Base tunnel in Austria. *Structural Concrete*, 21(6), 2795–2809. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/suco.202000434>
- Yehia, S., Helal, K., Abusharkh, A., Zaher, A., & Istaitiyeh, H. (2015). Evaluación de resistencia y durabilidad del hormigón agregado reciclado. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 9, 219–239. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40069-015-0100-0>
- Agreda, G., & Moncada, G. (2015). *Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados*. Universidad Católica de Colombia.
- Martínez, P. (2020). *El concreto con agregado reciclado como proyecto de sostenibilidad urbab*. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Vera, J., & Cuencua, C. (2016). *Diagnóstico para la elaboración de concreto a partir de la utilización de concreto reciclado*. Universidad Piloto de Colombia.

ANEXO


ANEXO 01. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLES | VARIABLE DE LA INVESTIGACION | DEFINICION OPERACIONAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSION | INDICADORES | ESCALA | METODOLOGIA |
|---|---|---|---|---|---|------------|--|
| INDEPENDIENTE AFREGADO DE VOLADURA | Los agregados de voladura de rocas en superficie comprenden de trabajos de explotación minera en bancos de canteras y tajos abiertos, compuestos de materiales geológicos tales como, la piedra, la arena y la grava, se utilizan virtualmente en todas las formas de construcción. Se pueden aprovechar en su estado natural o bien triturarse y convertirse en fragmentos más pequeños. | El proyecto se logrará determinando las características del concreto en agregado de voladura a resistencia de 245 y 280 kg/cm ² , la población de la presente investigación, serán un total de 24 probetas para un diseño de mezcla de 245 kg/cm ² y 24 probetas para un diseño de mezcla de 280 kg/cm ² . El agregado fue extraído las voladuras del Túnel de Conducción Central Hidroeléctrica San Gaban | Análisis granulométrico Contenido de humedad Peso unitario Peso específico del agregado Finos que pasan por el tamiz N° 200 Resistencia a la degradación de agregado grueso por abrasión | % retenidos por cada tamiz % de humedad Suelto y compactado Peso % que pasa el tamiz 200 % de desgaste | % % Kg % % | ESCALAR | A: Línea de investigación Diseño sísmico y estructural B: Tipo de investigación Cuantitativo y explicativa C: Diseño de investigación Experimental D: Población 48 probetas de concreto E: Muestra 24 muestra para f'c=245 kg/cm ² 24 muestra para f'c=280 kg/cm ² F: Muestreo No probabilístico por conveniencia según norma E 060 |
| DEPENDIENTE PROPIEDADES DEL CONCRETO | El concreto dispone de distintas propiedades durante el proceso de cambio, este se va manifestando cuando hay disminución gradual de la fluidez y manejabilidad, | Se procedió a realizar el diseño de mezcla, para una resistencia de 245 kg/cm ² y 280 kg/cm ² ; para analizar las características del concreto fresco y endurecido. Los datos obtenidos mediante las diferentes pruebas de laboratorio, fueron procesadas a una hoja de Excel, que nos permitió obtener los resultados de las propiedades del concreto con agregado de voladura | Estado fresco Estado endurecido | Densidad del concreto Exudación Trabajabilidad Resistencia a la compresión Resistencia a la tracción Módulo de elasticidad | Kg/m ³ % Pulg Kg/m ² Kg/m ² Kg/m ² | INTERVALOS | Técnica En la presente investigación para determinar las propiedades del concreto, se realizará mediante las Norma Técnicas Peruana (NTP) American Society for Testing and Materials (ASTM) ACI American Concrete Institute MTC manual de ensayo de materiales |

ANEXO 02. MATRIZ DE CONSISTENCIA

| MATRIZ DE CONSISTENCIA | | | | | | |
|---|--|--|---|--|----------------------------|---|
| TEMA | “DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021” | | | | | |
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS |
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | VARIABLE INDEPENDIENTE | | | |
| ¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados de voladura del túnel de conducción de la central hidroeléctrica san gaban III, las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, para concretos de mediana resistencia? | Determinar las propiedades físicas de los agregados de voladura del túnel de conducción de la central hidroeléctrica san gaban III, las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, para concretos de mediana resistencia. | Es posible obtener las propiedades físicas para la elaboración del concreto estructural de mediana resistencia. | Agregados de voladura | Análisis granulométrico | % retenidos por cada tamiz | Tamizado según MTC E-107/ASTM D-422 |
| | | | | Contenido de Humedad | % de humedad | Horno, balanza |
| | | | | Peso unitario | Suelto y compactado (Kg) | Recipiente estandarizado, balanza, varilla metálica. |
| | | | | Peso específico del agregado grueso | gr/cm3 | Fiola, cono con pison balanza, horno, recipientes varios |
| | | | | Finos que pasan por el tamiz N° 200, | % que pasa el tamiz 200 | tamiz N° 200: NTP 400.018/ ASTM C117 MTC E 202 |
| | | | | Resistencia a la degradación de agregado grueso por abrasión | % de desgaste | Máquina de los ángeles NTP 400.019/ ASTM C-131. |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECIFICA | VARIABLE DEPENDIENTE | | | |
| 1. ¿Cuáles son las propiedades físicas del agregado de voladura? | 1. Determinar las propiedades físicas del agregado de voladura. | 1. Es posible obtener las propiedades físicas del agregado de voladura. | Propiedades físicas del concreto en estado fresco | Trabajabilidad | Asentamiento (3 "a 4") | Cono de abrams (ASTM C 143 : 2015) |
| 2. ¿Cuál será el diseño de mezclas para concreto de mediana resistencia; f'c=245 kg/cm² f'c=280 kg/cm²? | 2. Realizar el diseño de mezclas para concreto de mediana resistencia; f'c=245 kg/cm², f'c=280 kg/cm². | 2. Es posible obtener los proporciona miento de materiales para diseño de mescla de los concretos f'c=245 kg/cm² y f'c=280 kg/cm². | | Densidad del concreto | Kg/m³ | Recipiente metalico normalizado, balanza (NTP 339.046 : 2008) |
| | | | | Exudación | % de agua neta | Recipiente metalico normalizado (NTP 339.077: 2013) |
| 3. ¿Cuáles son las propiedades físicas del concreto en estado fresco? | 3. Determinar las propiedades físicas del concreto en estado fresco. | 3. Es posible obtener las propiedades físicas del concreto en estado fresco de acuerdo a las normas técnicas | Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido | Resistencia a la compresión | Kg/cm² | Prensa hidráulica NTP 339.034/ASTM C-39 |
| | | | | Resistencia a la tracción | Kg/cm² | Prensa hidráulica NTP 339.084: 2012 |
| 4. ¿Cuáles son las propiedades del concreto en estado endurecido? | 4. Determinar las propiedades del concreto en estado endurecido. | 4. Es posible obtener las propiedades del concreto en estado endurecido de acuerdo a las normas técnicas | | Módulo de elasticidad | Kg/cm² | Formulas Matemática RNE E-060 |

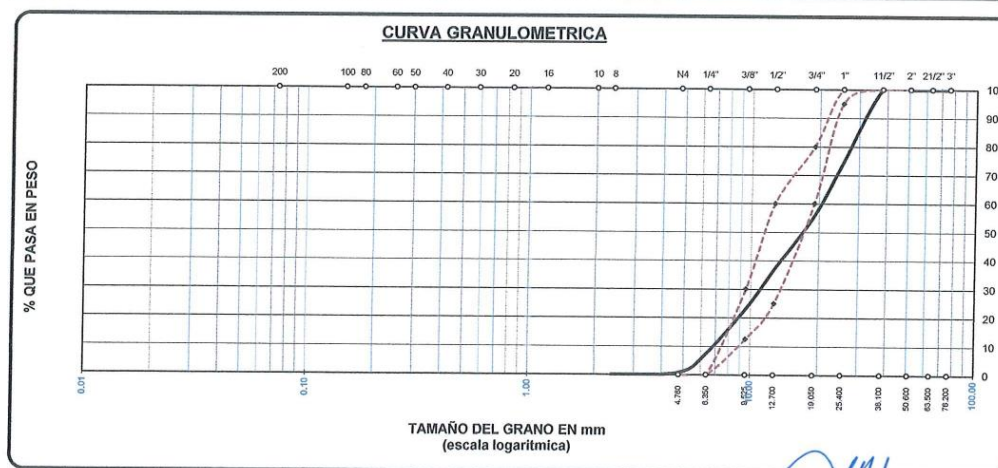
ANEXO 03. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| | | | | |
|---|---|--|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | | VERSIÓN : | |
| | | | PAGINA: 6 | |

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
 BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III
CANTERA : AGREGADOS DE VOLADURA
FECHA : 7/5/2021

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|-----------------|----------------|------------------|-----------------------|-------------------------|------------|----------|--|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | Peso Inicial = 5000.0 |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | Tamaño máx. = 1 1/2 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95 100 | |
| 1" | 25.400 | 1295.00 | 25.90 | 25.90 | 74.10 | 25 60 | OBSERVACIONES: |
| 3/4" | 19.050 | 922.00 | 18.44 | 44.34 | 55.66 | | |
| 1/2" | 12.700 | 933.00 | 18.66 | 63.00 | 37.00 | | AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III |
| 3/8" | 9.525 | 691.00 | 13.82 | 76.82 | 23.18 | | |
| 1/4" | 6.350 | 785.00 | 15.70 | 92.52 | 7.48 | | |
| No4 | 4.760 | 337.00 | 6.74 | 99.26 | 0.74 | 0 0.1 | |
| FONDO | 2.38 | 37.00 | 0.74 | 100.00 | 0.0 | | |
| TOTAL | | 5000.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 0.74 | | | | | |



LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Toel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA: 7

RUC - 20606762357

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

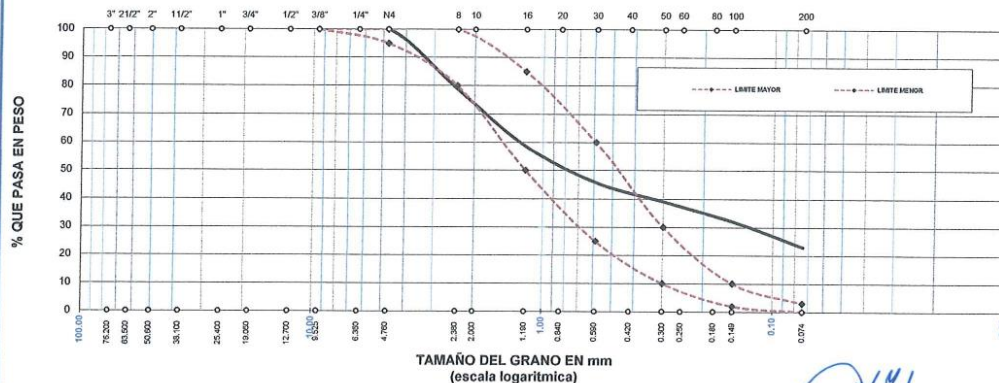
PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"

SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III

CANTERA : AGREGADOS DE VOLADURA FECHA : 7/5/2021

| TAMICES | ABERTURA | PESO | % | %RET. | % QUE | ESPECIF. | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|-----------|----------|----------|----------|-----------|--------|----------|--|
| ASTM | mm | RETENIDO | RETENIDO | ACUMULADO | PASA | | |
| 3/8" | 9.525 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | PESO INICIAL 500 |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95 100 | MODULO DE FINEZA 2.458 |
| No8 | 2.380 | 105.32 | 21.06 | 21.06 | 78.94 | 80 100 | |
| No10 | 2.000 | | | | | | % QUE PASA LA MALLA 200 22.95 |
| No16 | 1.190 | 101.72 | 20.34 | 41.41 | 58.59 | 50 85 | |
| No20 | 0.840 | | | | | | OBSERVACIONES |
| No30 | 0.590 | 64.30 | 12.86 | 54.27 | 45.73 | 25 60 | |
| No40 | 0.420 | | | | | | AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III |
| No 50 | 0.300 | 33.70 | 6.74 | 61.01 | 38.99 | 10 30 | |
| No60 | 0.250 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | 35.28 | 7.06 | 68.06 | 31.94 | 2 10 | |
| No200 | 0.074 | 44.93 | 8.99 | 77.05 | 22.95 | 0 3 | |
| BASE | | 114.75 | 22.95 | 100.00 | 0.00 | | |
| TOTAL | | 500.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 22.95 | | | | | |

CURVA GRANULOMETRICA




LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C. - RUC 20606762357 - CEL: 910608086 - 999406677

| | | | | | |
|---|---|--|-----------|---|----------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | | CODIGO : | | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | | VERSIÓN : | | |
| | | | PAGINA: | 5 | |

PROYECTO TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
SOLICITANTE BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
 BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
CANTERA AGREGADOS DE VOLADURA

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

| A. FINO | |
|-------------|--------|
| P.T. M. HUM | 364.30 |
| P.T.M. SECA | 357.60 |
| P.TARRO | 113.54 |
| P AGUA | 6.70 |
| P.S.SECO | 244.06 |
| % HUMEDAD | 2.75 |

| A. GRUESO | |
|-------------|--------|
| P.T. M. HUM | 394.30 |
| P.T.M. SECA | 391.20 |
| P.TARRO | 112.41 |
| P AGUA | 3.10 |
| P.S.SECO | 278.79 |
| % HUMEDAD | 1.11 |

PESOS UNITARIOS

MTC E 203

AGREGADO FINO

| SUELTO | | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| PESO (gr.) | P. MOLDE (gr.) | V. MOLDE (cm3) | P.U. (gr/cm3) |
| 9505 | 6041.0 | 2125.86 | 1629 |
| 9550 | 6041.0 | 2125.86 | 1651 |
| 9552 | 6041.0 | 2125.86 | 1652 |
| P.U. SUELTO | | | 1644 |

AGREGADO GRUESO

| SUELTO | | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| PESO (gr.) | P. MOLDE (gr.) | V. MOLDE (cm3) | P.U. (gr/cm3) |
| 12359 | 7660.0 | 3230.51 | 1455 |
| 12405 | 7660.0 | 3230.51 | 1469 |
| 12382 | 7660.0 | 3230.51 | 1462 |
| P.U. SUELTO | | | 1462 |

| VARRILLADO | | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| PESO (gr.) | P. MOLDE (gr.) | V. MOLDE (cm3) | P.U. (gr/cm3) |
| 10039 | 6041.0 | 2125.86 | 1881 |
| 10045 | 6041.0 | 2125.86 | 1883 |
| 10042 | 6041.0 | 2125.86 | 1882 |
| P.U. VARRILLADO | | | 1882 |


| VARRILLADO | | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| PESO (gr.) | P. MOLDE (gr.) | V. MOLDE (cm3) | P.U. (gr/cm3) |
| 12755 | 7660.0 | 3230.51 | 1577 |
| 12802 | 7660.0 | 3230.51 | 1592 |
| 12778.5 | 7660.0 | 3230.51 | 1584 |
| P.U. VARRILLADO | | | 1584 |

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

| | | |
|---|--|-------------------|
|  | LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | RUC - 20606762357 |
| | *INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT* S.A.C. | |

MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMÍZ N°200 POR LAVADO

MTC E 202

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"

SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA - BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA

AGREGADO : AGREGADO FINO

CANTERA : AGREGADO DE VOLADURA

UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III



MUESTRA : M - 01

FECHA : 14/5/2021

| AGREGADO FINO | | | |
|--------------------------------------|---------|----------|--------|
| DESCRIPCIÓN | SÍMBOLO | CANTIDAD | UNIDAD |
| Peso de la Muestra | P1 | 500.00 | GR. |
| Peso de la Muestra Lavada Seca | P2 | 384.20 | GR. |
| Material que Pasa por la Malla N°200 | P1 - P2 | 115.80 | GR. |
| % Que Pasa la malla N°200 | A | 23.16 | % |

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON ETIQUETADAS Y PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

| | | | |
|---|--|------------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | | VERSIÓN : | |
| | *INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT* S.A.C. | PAGINA : 5 | |

ENSAYO DE DESGASTE

(ABRASIÓN LOS ANGELES)

MTC E 207 / ASTM C131

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN
 CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
 SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
 BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
 MATERIAL : AGREGADOS DE VOLADURA
 UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA
 SAN GABAN III
 FECHA : 7/5/2021
 MUESTRA : M - 01

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---|----|----|---|---|---|----------------|-----|------|
| MÉTODO : | A | B | C | D | E | F | G | REVOLUCIONES : | 500 | 1000 |
| N° DE ESFERAS : | 6 | 8 | 11 | 12 | | | | | | |

| TAMAÑO DE MALLAS | | PESO INICIAL | PESO FINAL | PESO PERDIDO | PORCENTAJE DE DESGASTE |
|--------------------------|---------------|--------------|------------|--------------|------------------------|
| PASA | RETIENE | gr. | gr. | gr. | % |
| 38.1mm (1 1/2") | 25.4mm (1") | 1250.0 | ---- | ---- | ---- |
| 25.4mm (1") | 19.0mm (3/4") | 1250.0 | ---- | ---- | ---- |
| 19.0mm (3/4") | 12.7mm (1/2") | 1250.0 | ---- | ---- | ---- |
| 12.7mm (1/2") | 9.5mm (3/8") | 1250.0 | ---- | ---- | ---- |
| PESO TOTAL DE LA MUESTRA | | 5000.0 | 2864.0 | 2136.0 | 42.72% |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

DISEÑO DE MEZCLA F'c=245 KG/CM2

PROCESO DE DISEÑO

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

RESULTADOS DE LABORATORIO

| CARACTERISTICAS FISICAS | AGREGADO GRUESO (GRAVA) | AGREGADO FINO (ARENA) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| P.e de Sólidos | | |
| P.e SSS | 2.66 | 2.59 |
| P.e Bulk | | |
| P.U. Varillado kg/m3 | 1584 | 1882 |
| P.U. Suelto kg/m3 | 1462 | 1644 |
| % de Absorción | 2.79 | 4.12 |
| % de Humedad Natural | 1.11 | 2.75 |
| Modulo de Fineza | - | 2.46 |

PASO 1º DETERMINAMOS LA RESISTENCIA PROMEDIO PARA EL DISEÑO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

| F'c | F'cr |
|------------------|-----------------|
| Menos de 210 | f'c + 70 |
| 210 a 350 | f'c + 84 |
| Sobre 350 | f'c + 98 |

De acuerdo a la tabla de selección de resistencia promedio.

$$F'cr = f'c + 84$$

$$F'cr = 245 + 84$$

$$F'cr = 329 \text{ kg/cm}^2$$

PASO 2° DETERMINAMOS EL ASENTAMIENTO

ASENTAMIENTOS SEGUN TIPOS DE CONSISTENCIA

| CONSISTENCIA | ASENTAMIENTO |
|-----------------|----------------|
| Seca | 0" a 2" |
| Plástica | 3" a 4" |
| fluida | ≥ 5" |

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm.-101.6 mm).
Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1" (25.40mm)

PASO 3° RELACION AGUA CEMENTO (a/c)

Como se prevé que el concreto será atacado por sulfatos, entonces la relación

Agua/cemento (a/c) será de: 0.43

| F'cr Kg/cm2 | Relación a/c en peso | |
|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
| 150 | 0.8 | 0.71 |
| 200 | 0.7 | 0.61 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 400 | 0.43 | 0.35 |
| 450 | 0.38 | ---- |

Con el $f'_{cr} = 329 \text{ Kg/cm}^2$, buscamos en la tabla
Interpolamos

$$\left\{ \begin{array}{lcl} f'c & \longrightarrow & a/c \\ 350 & \longrightarrow & 0.40 \\ 329 & \longrightarrow & x \\ 300 & \longrightarrow & 0.46 \end{array} \right\}$$

$$\begin{array}{lcl} (350-300) & \longrightarrow & (0.4-0.46) \\ (329-300) & \longrightarrow & (x-0.46) \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} 50 & \longrightarrow & -0.06 \\ 29 & \longrightarrow & (x-0.46) \end{array}$$

$$X - 0.46 = \frac{29 \cdot (-0.06)}{50}$$

$$X - 0.46 = -0.0348$$

$$X = -0.0348 + 0.46$$

$$X = 0.425 \longrightarrow \text{r a/c}$$

$$X = 0.43 \longrightarrow \text{r a/c}$$

PASO 4° CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO Y AIRE

Puesto que se utilizara incorporador de aire, y la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 175 Lt/m³

| Asentamiento | Agua en lt/m ³ , para TMN agregados y consistencia indicadas | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------|------------|--------|-----|-----|-------|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| Concreto sin aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | ----- |
| Concreto con aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 187 | 184 | 174 | 166 | 154 | ----- |

De la tabla se obtiene:

175 Lt/m³ de Agua de Mezclado

PASO 5º: DETERMINAR EL CONTENIDO DE CEMENTO

$$Ra/c = \frac{a}{c}$$

$$C = \frac{a}{Ra/c}$$

$$C = \frac{175}{0.43}$$

$$C = 412 \text{ kg/m}^3$$

PASO 6º CÁLCULO DEL AIRE ATRAPADO

Como el concreto estará sometido a intemperismo severo y teniendo en cuenta el asentamiento y TMN del agregado grueso se considera un contenido de aire atrapado de: 5.0 %

| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
|----------|------|------|------|-----|--------|-----|-----|------|
| 1" – 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" – 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" – 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | ---- |
| Con aire | 8 | 7 | 6 | 5 | 4.5 | 4 | 3.5 | 3 |

PASO 7º DETERMINAR LA CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.46 el peso específico unitario del agregado Grueso varillado compactado de 1584.4 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 1" (25.40mm) se recomienda el uso de 0.704 m³ de agregado grueso por m³ de concreto.

| TMN del agregado grueso | Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de fineza del fino | | | |
|-------------------------|--|------|------|------|
| | 2.4 | 2.60 | 2.80 | 3.0 |
| 3/8" | 0.5 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2" | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4" | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1" | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2" | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.70 |
| 2" | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3" | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6" | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Con los valores de $m_f = 2.46$ y $TMN_{Ag} = 1''$, de la Tabla tenemos:

Interpolamos

$$\left\{ \begin{array}{l} M_f \longrightarrow TMN \\ \left\{ \begin{array}{l} 2.4 \longrightarrow 0.71 \\ 2.46 \longrightarrow x \\ 2.6 \longrightarrow 0.69 \end{array} \right\} \end{array} \right\}$$

$$\begin{array}{l} (2.4-0.02) \longrightarrow (0.71-0.69) \\ (2.46-2.6) \longrightarrow (x-0.69) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} -0.4 \longrightarrow 0.02 \\ -0.14 \longrightarrow (x-0.69) \end{array}$$

$$X - 0.69 = \frac{-0.14 \cdot (0.02)}{-0.4}$$

$$\begin{array}{l} X - 0.69 = 0.007 \\ X = 0.007 + 0.69 \end{array}$$

$$X = 0.697$$

$$X = 0.70 \rightarrow m^3_{Ag} \times m^3_{de\ concreto}$$

Peso seco del agregado grueso:

$$(0.704) \cdot (1584.4) = 1115 \text{ Kg/m}^3$$

Por tanto el peso seco del agregado grueso será de: **1115 kg/m³**

PASO 8° CÁLCULO DEL VOLUMENES ABSOLUTOS DE CONCRETO PARA HALLAR EL A. FINO DE LOS MATERIALES POR M3

Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m3 de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$vol. absoluto = \frac{p. seco}{p. e. af * 1000}$$

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------|---------|
| Volumen absoluto de agua | = (175) / (1000) | = 0.175 |
| Volumen absoluto de cemento | = (412) / (2.850 *1000) | =0.144 |
| Volumen absoluto de agregado grueso | = (1115) / (2.66*1000) | =0.419 |
| Volumen de aire atrapado | = (5.0) / (100) | =0.050 |
| Volumen sub total | = | ∑ 0.789 |

Volumen absoluto de arena = (1.000-0.789)= 0.211m3

Peso arena seca

$$(0.211) * (2.59) *1000 = 548 \text{ Kg/m}^3$$

Por tanto el peso requerido de arena seca será de 548 kg/m3

Peso seco de los materiales

Cemento: 412 kg/m3
Agregado fino: 548 kg/m3
Agregado grueso: 1115kg/m3
Agua: 175 lt/m3

PASO 9° CORRECCIÓN POR HUMEDAD

De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$peso \left(\frac{\%humedad}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado grueso húmedo: } 1115 \left(\frac{1.11}{100} + 1 \right) = 1128 \text{ kg.}$$

$$\text{Agregado fino húmedo: } 548 \left(\frac{2.75}{100} + 1 \right) = 562.8 \text{ kg.}$$

PASO 10° CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN

$$peso\ seco \left(\frac{\%absorcion - \%humedad}{100} \right)$$

$$\text{Ag fino} = 548 \left(\frac{4.12 - 2.75}{100} \right) = 7.5076 \text{ kg}$$

$$\text{Ag grueso} = 1115 \left(\frac{2.79 - 1.11}{100} \right) = 18.732 \text{ kg}$$

$$\Sigma = 26.24 \text{ agua libre}$$

PASO 11: AGUA EFECTIVA

Agua de diseño + agua libre

$$175 + 26.24 = \boxed{201 \text{ lt/m}^3 \text{ agua efectiva}}$$

PASO 12º: PROPORCIONES EN PESO

DOSIFICACION

| AGREGADO | DOSIFICACION EN PESO SECO | PROPORCION EN VOLUMEN | DOSIFICACION EN PESO HUMEDO | PROPORCION EN VOLUMEN |
|------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | (Kg/m3) | PESO SECO | (Kg/m3) | PESO HUMEDO |
| Cemento | 412 | 1.00 | 412 | 1.00 |
| Agua | 175 | 0.425 | 201 | 0.49 |
| Agreg. Grueso | 1115 | 2.71 | 1128 | 2.74 |
| Agreg. Fino | 548 | 1.33 | 563 | 1.37 |
| Aire | 5.0 % | | 5.0 % | |

Factor cemento: $\frac{412\text{kg/m}^3}{42.5 \text{ kg/bol}}$

9.69 BOLSAS / m3 DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

Cemento: $\frac{449 \times 42.5}{412} = 42.5\text{kg}$

Agregado fino húmedo: $\frac{563 \times 42.5}{412} = 58.09\text{kg}$

Agregado grueso húmedo: $\frac{1128 \times 42.5}{412} = 116.41\text{kg}$

Agua efectiva: $\frac{201 \times 42.5}{412} = 20.77\text{kg}$

Cemento : 42.5 kg
Agregado fino húmedo: 58.09 kg
Agregado grueso húmedo: 116.41 kg
Agua efectiva: 20.77 kg

PROPORCIONES EN PESO

| Cemento | agregado fino | agregado grueso | agua |
|---------|---------------------|--------------------|-------------------|
| 412 | $\frac{562.8}{412}$ | $\frac{1128}{412}$ | $\frac{201}{412}$ |
| 412 | 412 | 412 | 412 |
| 1 | 1.37 | 2.74 | 0.49 |

PROPORCIÓN EN VOLUMEN

$$\frac{\text{propor. peso} * 42.5 * 35.31}{p.u \text{ suelto seco}}$$

Cemento: 1 p3

$$\text{Agregado fino} = \frac{1.37 * 42.5 * 35.3}{1644} = 1.25 \text{ p3}$$


$$\text{Agregado grueso} = \frac{2.74 * 42.5 * 35.3}{1462} = 2.81 \text{ p3}$$

$$\text{Agua} = 0.49 * 42.5 = 20.83 \text{ lt de agua}$$

DOSIFICACION POR TANDAS:

Para mezcladora de 9 pies³

| | |
|----------------------|-----------------|
| 1.0 bolsa de cemento | redondeo |
| -1.25 p3 de arena | 1.2 p3 de arena |
| -2.81 p3 de grava | 2.8 p3 de grava |
| -21 lt de agua | 21 lt de agua |

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO: | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | VERSIÓN: | |
| | | PAGINA: 1 | |

DISEÑO DE MEZCLA $F'_c = 245 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA **UBICACIÓN** : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III
 BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
CANTERA : AGREGADOS DE VOLADURA **FECHA** : 7/5/2021

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'_c = 245 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
 entonces la resistencia promedio $F'_{cr} = 329 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1 (25.40mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO (GRAVA) | AGREGADO FINO (ARENA) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| P.e de Sólidos | | |
| P.e SSS | 2.66 | 2.59 |
| P.e Bulk | | |
| P.U. Varillado | 1584 | 1882 |
| P.U. Suelto | 1462 | 1644 |
| % de Absorción | 2.79 | 4.12 |
| % de Humedad Natural | 1.11 | 2.75 |
| Modulo de Fineza | - | 2.46 |


Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal:

1 " (19.05mm)



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO: | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | VERSIÓN: | |
| | | PAGINA: 2 | |

- 3, Puesto que se utilizara incorporador de aire, y la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 175 Lt/m3
- 4, Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 5.0 %
- 5, Como se prevee que el concreto será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.43
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(175 \text{ Lt/m3}) / (0.43) = 412 \text{ Kg/m3}$$

- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.46 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1584.4 Kg/m3 y un agregado grueso con tamaño máximo nominal c 1 " (25.40mm) se recomienda el uso de 0.704 m3 de agregado grueso por m3 de concreto.
- Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.704) * (1584.4) = 1115 \text{ Kg/m3}$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m3 de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

| | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---------|
| Volúmen absoluto de agua | = (175) / (1000) | = 0.175 |
| Volúmen absoluto de cemento | = (412) / (2.850 * 1000) | = 0.144 |
| Volúmen absoluto de agregado grueso | = (1115) / (2.66 * 1000) | = 0.419 |
| Volúmen de aire atrapado | = (5.0) / (100) | = 0.050 |
| Volúmen sub total | = | 0.789 |



Volúmen absoluto de arena


$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.789) = 0.211 \text{ m3}$$

$$(0.211) * (2.59) * 1000 = 548 \text{ Kg/m3}$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

| | | |
|--------------------------|-----------------------|-------------|
| Agregado grueso húmedo (| 1115) * (1.011119) | = 1128 Kg. |
| Agregado Fino húmedo (| 548) * (1.0275) | = 562.8 Kg. |



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO: | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | VERSIÓN: | |
| | | PAGINA: 3 | |

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$175 - 1115 * \left(\frac{1.11 - 2.7894}{100} \right) - 548 \left(\frac{2.75 - 4.12}{100} \right) = 201$$

DOSIFICACIÓN

| AGREGADO | DOSIFICACION EN PESO SECO | PROPORCION EN VOLUMEN | DOSIFICACION EN PESO HUMEDO | PROPORCION EN VOLUMEN |
|---------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | (Kg/m3) | PESO SECO | (Kg/m3) | PESO HUMEDO |
| Cemento | 412 | 1.00 | 412 | 1.00 |
| Agua | 175 | 0.425 | 201 | 0.49 |
| Agreg. Grueso | 1115 | 2.71 | 1128 | 2.74 |
| Agreg. Fino | 548 | 1.33 | 563 | 1.37 |
| Aire | 5.0 % | | 5.0 % | |

9.69 BOLSAS / m3 DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

| | | |
|------------------------|---|------------|
| Cemento | : | 42.50 Kg. |
| Agregado fino húmedo | : | 58.09 Kg. |
| Agregado grueso húmedo | : | 116.41 Kg. |
| Agua efectiva | : | 20.77 Kg. |

DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies3

| | |
|-----------------------|-----------------|
| 1.0 Bolsa de Cemento: | Redondeo |
| - 1.25 p3 de Arena | 1.2 p3 de Arena |
| - 2.81 p3 de Grava | 2.8 p3 de Grava |
| - 21 Lt de Agua | 21 Lt de Agua |

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.
* Se debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

CON FINES DE INVESTIGACIÓN, EL DISEÑO DE MEZCLAS SE REALIZO CON AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

DISEÑO DE MEZCLA $F'_c=280 \text{ KG/CM}^2$

PROCESO DE DISEÑO

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

RESULTADOS DE LABORATORIO

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO (GRAVA) | AGREGADO FINO (ARENA) |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| P.e de Sólidos | | |
| P.e SSS | 2.66 | 2.59 |
| P.e Bulk | | |
| P.U. Varillado kg/m ³ | 1584 | 1882 |
| P.U. Suelto kg/m ³ | 1462 | 1644 |
| % de Absorción | 2.79 | 4.12 |
| % de Humedad Natural | 1.11 | 2.75 |
| Modulo de Fineza | - | 2.46 |

PASO 1º DETERMINAMOS LA RESISTENCIA PROMEDIO PARA EL DISEÑO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

| F'_c | F'_{cr} |
|------------------|-------------------------------|
| Menos de 210 | $f'_c + 70$ |
| 210 a 350 | $f'_c + 84$ |
| Sobre 350 | $f'_c + 98$ |

De acuerdo a la tabla de selección de resistencia promedio.

$$F'_{cr} = f'_c + 84$$

$$F'_{cr} = 280 + 84$$

$F'_{cr} = 364$

PASO 2° DETERMINAMOS EL ASENTAMIENTO

ASENTAMIENTOS SEGUN TIPOS DE CONSISTENCIA

| CONSISTENCIA | ASENTAMIENTO |
|-----------------|----------------|
| Seca | 0" a 2" |
| Plástica | 3" a 4" |
| fluida | ≥ 5" |

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm.-101.6 mm).
Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1" (25.40mm)

PASO 3° RELACION AGUA CEMENTO (a/c)

Como se prevé que el concreto será atacado por sulfatos, entonces la relación

Agua/cemento (a/c) será de: 0.39

| F'cr Kg/cm2 | Relación a/c en peso | |
|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
| 150 | 0.8 | 0.71 |
| 200 | 0.7 | 0.61 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 400 | 0.43 | 0.35 |
| 450 | 0.38 | ---- |

Con el $f'_{cr} = 364 \text{ Kg/cm}^2$, buscamos en la tabla
Interpolamos

$$\left\{ \begin{array}{lcl} f'c & \longrightarrow & a/c \\ 400 & \longrightarrow & 0.35 \\ 364 & \longrightarrow & x \\ 350 & \longrightarrow & 0.4 \end{array} \right\}$$

$$\begin{array}{lcl} (400-350) & \longrightarrow & (0.35-0.4) \\ (364-350) & \longrightarrow & (x-0.4) \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} 50 & \longrightarrow & -0.05 \\ 14 & \longrightarrow & (x-0.4) \end{array}$$

$$X - 0.4 = \frac{14 \cdot (-0.05)}{50}$$

$$X - 0.4 = -0.014$$

$$X = -0.014 + 0.4$$

$$X = 0.39 \longrightarrow \text{r a/c}$$

$$X = 0.39 \longrightarrow \text{r a/c}$$

PASO 4º CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO Y AIRE

Puesto que se utilizara incorporador de aire, y la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 175 Lt/m³

| Asentamiento | Agua en lt/m ³ , para TMN agregados y consistencia indicadas | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------|------------|--------|-----|-----|-------|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| Concreto sin aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | ----- |
| Concreto con aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 187 | 184 | 174 | 166 | 154 | ----- |

De la tabla se obtiene:

175 Lt/m³ de Agua de Mezclado

PASO 5º: DETERMINAR EL CONTENIDO DE CEMENTO

$$Ra/c = \frac{a}{c}$$

$$C = \frac{a}{Ra/c}$$

$$C = \frac{175}{0.39}$$

$$\mathbf{C=449 \text{ kg/m}^3}$$

PASO 6º CÁLCULO DEL AIRE ATRAPADO

Como el concreto estará sometido a intemperismo severo y teniendo en cuenta el asentamiento y TMN del agregado grueso se considera un contenido de aire atrapado de: 5.0 %

| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
|----------|------|------|------|----------|--------|-----|-----|------|
| 1" – 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" – 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" – 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | ---- |
| Con aire | 8 | 7 | 6 | 5 | 4.5 | 4 | 3.5 | 3 |

PASO 7º DETERMINAR LA CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.46 el peso específico unitario del agregado Grueso varillado compactado de 1584.4 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 1" (25.40mm) se recomienda el uso de 0.704 m³ de agregado grueso por m³ de concreto.

| TMN del agregado grueso | Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de fineza del fino | | | |
|-------------------------|--|-------------|-------------|------------|
| | 2.4 | 2.60 | 2.80 | 3.0 |
| 3/8" | 0.5 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2" | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4" | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1" | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2" | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.70 |
| 2" | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3" | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6" | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Con los valores de $m_f = 2.46$ y $TMN_{Ag} = 1''$, de la Tabla tenemos:

Interpolamos

$$\left\{ \begin{array}{lcl} M_f & \longrightarrow & TMN \\ 2.4 & \longrightarrow & 0.71 \\ 2.46 & \longrightarrow & x \\ 2.6 & \longrightarrow & 0.69 \end{array} \right\}$$

$$\begin{array}{lcl} (2.4-0.02) & \longrightarrow & (0.71-0.69) \\ (2.46-2.6) & \longrightarrow & (x-0.69) \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} -0.4 & \longrightarrow & 0.02 \\ -0.14 & \longrightarrow & (x-0.69) \end{array}$$

$$X - 0.69 = \frac{-0.14 \cdot (0.02)}{-0.4}$$

$$\begin{array}{l} X - 0.69 = 0.007 \\ X = 0.007 + 0.69 \end{array}$$

$$X = 0.697$$

$$X = 0.70 \rightarrow m^3_{Ag} \text{ de}$$

Peso seco del agregado grueso:

$$(0.704) \cdot (1584.4) = 1115 \text{ Kg/m}^3$$

Por tanto el peso seco del agregado grueso será de: **1115 kg/m³**

PASO 8° CÁLCULO DEL VOLUMENES ABSOLUTOS DE CONCRETO PARA HALLAR EL AG FINO DE LOS MATERIALES POR M3

Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m3 de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$vol. absoluto = \frac{p. seco}{p. e. af * 1000}$$

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------|
| Volumen absoluto de agua | = (175) / (1000) | = 0.175 |
| Volumen absoluto de cemento | = (449) / (2.850 *1000) | =0.157 |
| Volumen absoluto de agregado grueso | = (1115) / (2.66*1000) | =0.419 |
| Volumen de aire atrapado | = (5.0) / (100) | =0.050 |
| Volumen sub total | = | \sum 0.802 |

Volumen absoluto de arena = (1.000-0.802)= 0.198m3

Peso arena seca

$$(0.198) * (2.59) *1000 = 514 \text{ Kg/m}^3$$

Por tanto el peso requerido de arena seca será de 514 kg/m3

Peso seco de los materiales

Cemento: 449 kg/m3
Agregado fino: 514 kg/m3
Agregado grueso: 1115kg/m3
Agua: 175 lt/m3

PASO 9° CORRECCIÓN POR HUMEDAD

De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\text{peso} \left(\frac{\% \text{humedad}}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado grueso húmedo: } 1115 \left(\frac{1.11}{100} + 1 \right) = 1128 \text{ kg.}$$

$$\text{Agregado fino húmedo: } 514 \left(\frac{2.75}{100} + 1 \right) = 5228.2 \text{ kg.}$$

PASO 10° CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN

$$\text{peso seco} \left(\frac{\% \text{absorcion} - \% \text{humedad}}{100} \right)$$

$$\text{Ag fino} = 514 \left(\frac{4.12 - 2.75}{100} \right) = 7.0418 \text{ kg}$$

$$\text{Ag grueso} = 1115 \left(\frac{2.79 - 1.11}{100} \right) = 18.732 \text{ kg}$$

$$\Sigma = 25.77 \text{ agua libre}$$

PASO 11: AGUA EFECTIVA

Agua de diseño + agua libre

$$175 + 25.77 = \boxed{201 \text{ lt/m}^3 \text{ agua efectiva}}$$

PASO 12º: PROPORCIONES EN PESO

DOSIFICACION

| AGREGADO | DOSIFICACION EN PESO SECO | PROPORCION EN VOLUMEN | DOSIFICACION EN PESO HUMEDO | PROPORCION EN VOLUMEN |
|-----------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | (Kg/m3) | PESO SECO | (Kg/m3) | PESO HUMEDO |
| Cemento | 449 | 1.00 | 449 | 1.00 |
| Agua | 175 | 0.39 | 201 | 0.45 |
| A. Grueso | 1115 | 2.49 | 1128 | 2.51 |
| A. Fino | 514 | 1.15 | 528 | 1.18 |
| Aire | 5.0 % | | 5.0 % | |

Factor cemento: $\frac{449\text{kg/m}^3}{42.5 \text{ kg/bol}}$

10.56 BOLSAS / m3 DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

Cemento: $\frac{449 \times 42.5}{449} = 42.5\text{kg}$

Agregado fino húmedo: $\frac{528 \times 42.5}{449} = 50.03\text{kg}$

Agregado grueso húmedo: $\frac{1128 \times 42.5}{449} = 106.82\text{kg}$

Agua efectiva: $\frac{201 \times 42.5}{449} = 19.02\text{kg}$

Cemento : 42.5 kg
Agregado fino húmedo: 50.03 kg
Agregado grueso húmedo: 106.82 kg
Agua efectiva: 19.02 kg

PROPORCIONES EN PESO

| Cemento | agregado fino | agregado grueso | agua |
|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| $\frac{449}{449}$ | $\frac{528}{449}$ | $\frac{1128}{449}$ | $\frac{201}{449}$ |
| 1 | 1.18 | 2.51 | 0.45 |

PROPORCIÓN EN VOLUMEN

$$\frac{\text{propor. peso} * 42.5 * 35.31}{p.u \text{ suelto seco}}$$

Cemento: 1 p3

$$\text{Agregado fino} = \frac{1.18 * 42.5 * 35.3}{1644} = 1.077 \text{ p3}$$


$$\text{Agregado grueso} = \frac{2.51 * 42.5 * 35.3}{1462} = 2.58 \text{ p3}$$

$$\text{Agua} = 0.45 * 42.5 = 19.13 \text{ lt de agua}$$

DOSIFICACION POR TANDAS:

Para mezcladora de 9 pies³

| | |
|----------------------|-----------------|
| 1.0 bolsa de cemento | redondeo |
| -1.07 p3 de arena | 1.1 p3 de arena |
| -2.58 p3 de grava | 2.6 p3 de grava |
| -19 lt de agua | 19 lt de agua |

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO: | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | VERSIÓN: | |
| | | PAGINA: 1 | |

DISEÑO DE MEZCLA $F'_c = 280 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III
 BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
CANTERA : AGREGADOS DE VOLADURA **FECHA** : 7/5/2021

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'_c = 280 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
 entonces la resistencia promedio $F'_{cr} = 364 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1 (25.40mm)

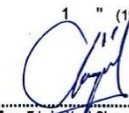
Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:


RESULTADOS DE LABORATORIO

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO (GRAVA) | AGREGADO FINO (ARENA) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| P.e de Sólidos | | |
| P.e SSS | 2.66 | 2.59 |
| P.e Bulk | | |
| P.U. Varillado | 1584 | 1882 |
| P.U. Suelto | 1462 | 1644 |
| % de Absorción | 2.79 | 4.12 |
| % de Humedad Natural | 1.11 | 2.75 |
| Modulo de Fineza | - | 2.46 |

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal:

1 " (19.05mm)

 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO: | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | VERSIÓN: | |
| | | PAGINA: 2 | |

- 3, Puesto que se utilizara incorporador de aire, y la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **175 Lt/m3**
- 4, Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **5.0 %**
- 5, Como se prevee que el concreto será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.39**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(175 \text{ Lt/m3}) / (0.39) = 449 \text{ Kg/m3}$$

- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = **2.46** el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de **1584.4 Kg/m3** y un agregado grueso con tamaño máximo nominal **c 1 " (25.40mm)** se recomienda el uso de **0.704 m3** de agregado grueso por m3 de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.704) * (1584.4) = 1115 \text{ Kg/m3}$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m3 de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

| | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---------|
| Volúmen absoluto de agua | = (175) / (1000) | = 0.175 |
| Volúmen absoluto de cemento | = (449) / (2.850 * 1000) | = 0.157 |
| Volúmen absoluto de agregado grueso | = (1115) / (2.66 * 1000) | = 0.419 |
| Volúmen de aire atrapado | = (5.0) / (100) | = 0.050 |
| Volúmen sub total | = | 0.802 |



Volúmen absoluto de arena


$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de:} = (1.000 - 0.802) = 0.198 \text{ m3}$$

$$(0.198) * (2.59) * 1000 = 514 \text{ Kg/m3}$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

| | | |
|--------------------------|-------------------------|-----------|
| Agregado grueso húmedo (| 1115) * (1.011119) = | 1128 Kg. |
| Agregado Fino húmedo (| 514) * (1.0275) = | 528.2 Kg. |



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO: | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | VERSIÓN: | |
| | | PAGINA: 3 | |

10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$175 - 1115 * \left(\frac{1.11 - 2.7894}{100} \right) - 514 \left(\frac{2.75 - 4.12}{100} \right) = 201$$

DOSIFICACIÓN

| AGREGADO | DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m3) | PROPORCION EN VOLUMEN PESO SECO | DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m3) | PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO |
|---------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Cemento | 449 | 1.00 | 449 | 1.00 |
| Agua | 175 | 0.39 | 201 | 0.45 |
| Agreg. Grueso | 1115 | 2.49 | 1128 | 2.51 |
| Agreg. Fino | 514 | 1.15 | 528 | 1.18 |
| Aire | 5.0 % | | 5.0 % | |

10.56 BOLSAS / m3 DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

| | | |
|------------------------|---|------------|
| Cemento | : | 42.50 Kg. |
| Agregado fino húmedo | : | 50.03 Kg. |
| Agregado grueso húmedo | : | 106.82 Kg. |
| Agua efectiva | : | 19.02 Kg. |

DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies3

| | |
|-----------------------|-----------------|
| 1.0 Bolsa de Cemento: | Redondeo |
| - 1.07 p3 de Arena | 1.1 p3 de Arena |
| - 2.58 p3 de Grava | 2.6 p3 de Grava |
| - 19 Lt de Agua | 19 Lt de Agua |

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

CON FINES DE INVESTIGACIÓN, EL DISEÑO DE MEZCLAS SE REALIZO CON AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

RUC - 20606762357

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

MTC E 705

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"

SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA

CANTERA : AGREGADO DE VOLADURA

UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III

F^c : 245 kg/cm²

FECHA : 17/5/2021

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

| DESCRIPCIÓN | UND. | SLUMP |
|-----------------|-------|---------|
| SLUMP DE DISEÑO | PULG. | 3" - 4" |
| MEDICIÓN | PULG. | 3 1/2 " |

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON ETIQUETADAS Y PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RUC - 20606762357

INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

MTCE 705

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"

SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA

CANTERA : AGREGADO DE VOLADURA

UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III

F'c : 280 kg/cm²

FECHA : 17/5/2021

| ASENTAMIENTO DEL CONCRETO | | |
|---------------------------|-------|---------|
| DESCRIPCIÓN | UND. | SLUMP |
| SLUMP DE DISEÑO | PULG. | 3" - 4" |
| MEDICIÓN | PULG. | 3" |

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON ETIQUETADAS Y PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

RUC - 20606762357

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

MTC E 705

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"

SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA

CANtera : AGREGADO DE VOLADURA

UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III

F'c : 245 kg/cm²

FECHA : 19/5/2021

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

| DESCRIPCIÓN | UND. | SLUMP |
|-----------------|-------|---------|
| SLUMP DE DISEÑO | PULG. | 3" - 4" |
| MEDICIÓN | PULG. | 4 " |

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON ETIQUETADAS Y PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

RUC - 20606762357

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

MTC E 705

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"

SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA

CANTERA : AGREGADO DE VOLADURA

UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III

F'c : 280 kg/cm²

FECHA : 19/5/2021

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

| DESCRIPCIÓN | UND. | SLUMP |
|-----------------|-------|---------|
| SLUMP DE DISEÑO | PULG. | 3" - 4" |
| MEDICIÓN | PULG. | 3 1/2" |

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON ETIQUETADAS Y PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VÉLASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

NTP 339.080, NTP 339.046

TESIS : "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
SOLICITANTE : BACH: WILBER YERSON CHOQUE MACHACA - BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
MUESTRA : AGREGADO DE VOLADURA
UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III
FECHA : 14/05/2021 F'c : 245 kg/cm²

1.0 DATOS DEL MOLDE

1.1 Diámetro : (cm) 24.69
1.2 Altura : (cm) 18.9
1.3 Peso : (gr) 7060
1.4 Área : (cm²) 478.78

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | HORA DE ENSAYO | PESO CONCRETO (gr) | VOLUMEN DEL MOLDE (m ³) | PESO UNITARIO CONCRETO (Kg/m ³) | AIRE ATRAPADO % |
|----|---|-----------------|----------------|--------------------|-------------------------------------|---|-----------------|
| 1 | CONCRETO DE DISEÑO 245 kg/cm ² MUESTRA 01 | 14/05/2021 | 09:30 | 27590.00 | 0.009 | 2352.23 | 2.00% |

OBSERVACION:

- * las muestras fueron puestas por el bachiller
- * las muestras fueron ensayadas por el bachiller



UANCY - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
Mgtr. José Antonio Paredes Vera
CIP 62794



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VÉLASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

NTP 339.080, NTP 339.046

TESIS : "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA - BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
MUESTRA : AGREGADO DE VOLADURA
UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III
FECHA : 14/05/2021 Fc : 280 kg/cm²

1.0 DATOS DEL MOLDE

1.1 Diámetro : (cm) 24.69
1.2 Altura : (cm) 18.9
1.3 Peso : (gr) 7060
1.4 Área : (cm²) 478.78

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | HORA DE ENSAYO | PESO CONCRETO (gr) | VOLUMEN DEL MOLDE (m ³) | PESO UNITARIO CONCRETO (Kg/m ³) | AIRE ATRAPADO % |
|----|---|-----------------|----------------|--------------------|-------------------------------------|---|-----------------|
| 1 | CONCRETO DE DISEÑO 280 kg/cm ² MUESTRA 01 | 14/05/2021 | 09:30 | 28550.00 | 0.009 | 2458.32 | 2.00% |

OBSERVACION:

- * las muestras fueron puestas por el bachiller
- * las muestras fueron ensayadas por el bachiller



UANCV - FICP
OAP INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. José Antonio Paredes Vera
CIP 62794

FN° 05-01129



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE EXUDACIÓN

"EXUDACIÓN"

NORMAS ASTM C 535, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

TESIS : "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
SOLICITANTE : BACH: WILBER YERSON CHOQUE MACHACA - BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
CANTERA : AGREGADO DE VOLADURA
UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III
F'c : 245 kg/cm² FECHA : 14/05/2021

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y

| ASFALTO | | | |
|---------------------------|--|-------------------|----------|
| TIEMPO (Hrs) | Volumen Extraído Ve (cm ³) | Volumen Acumulado | V (Ve/A) |
| Inicio | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 4.81 | 4.81 | 0.01 |
| 10 | 5.61 | 10.42 | 0.01 |
| 10 | 5.61 | 16.03 | 0.01 |
| 10 | 5.81 | 21.84 | 0.01 |
| 30 | 13.03 | 34.87 | 0.03 |
| 30 | 16.03 | 50.90 | 0.03 |
| 30 | 15.03 | 65.93 | 0.03 |
| 30 | 12.02 | 77.96 | 0.03 |
| Vfinal (cm ³) | | 77.96 | |

| DATOS | |
|-------------------------|---------|
| DIAMETRO cm | 24.69 |
| AREA cm ² | 478.78 |
| ALTURA cm | 18.90 |
| VOLUMEN cm ³ | 9048.86 |

| | |
|----|----------|
| V= | 0.0780 L |
|----|----------|

| | |
|--|-------|
| Cemento Kg/m ³ | 4.00 |
| w: Agua efectiva, en Lt | 1.50 |
| Ag fino Kg/m ³ | 4.50 |
| Ag Grueso Kg/m ³ | 8.90 |
| W: Cantidad total de materiales, en Kg | 18.90 |

| | |
|--------------------------------|-------|
| Peso del Recipiente | 7.06 |
| Peso del Concreto + Recipiente | 27.59 |
| S: Peso del concreto, Kg | 20.53 |

| | |
|---|--------|
| C | 1.63 L |
|---|--------|

| | | |
|---------------|---|-------|
| EXUDACION (%) | = | 4.78% |
|---------------|---|-------|

OBSERVACIONES: LA MUESTRA FUE PUESTA EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
Mgtr. José Antonio Paredes Vera
CIP 62794



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE EXUDACIÓN

"EXUDACIÓN"

NORMAS ASTM C 535, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

TESIS : "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
SOLICITANTE : BACH: WILBER YERSON CHOQUE MACHACA - BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
CANTERA : AGREGADO DE VOLADURA
UBICACIÓN : CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN GABAN III
F'c : 280 kg/cm² FECHA : 14/05/2021

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y

| ASFALTO | | | |
|---------------------------|--|-------------------|----------|
| TIEMPO (Hrs) | Volumen Extraído Ve (cm ³) | Volumen Acumulado | V (Ve/A) |
| Inicio | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 5.01 | 5.01 | 0.01 |
| 10 | 7.01 | 12.02 | 0.01 |
| 10 | 7.01 | 19.04 | 0.01 |
| 10 | 7.01 | 26.05 | 0.01 |
| 30 | 15.03 | 41.08 | 0.03 |
| 30 | 19.04 | 60.12 | 0.04 |
| 30 | 14.03 | 74.15 | 0.03 |
| 30 | 13.03 | 87.17 | 0.03 |
| Vfinal (cm ³) | | 87.17 | |

| DATOS | |
|-------------------------|---------|
| DIAMETRO cm | 24.69 |
| AREA cm ² | 478.78 |
| ALTURA cm | 18.90 |
| VOLUMEN cm ³ | 9048.86 |

| | |
|----|----------|
| V= | 0.0872 L |
|----|----------|

| | |
|--|-------|
| Cemento Kg/m ³ | 4.20 |
| w: Agua efectiva, en Lt | 1.60 |
| Ag fino Kg/m ³ | 4.80 |
| Ag Grueso Kg/m ³ | 10.50 |
| W: Cantidad total de materiales, en Kg | 21.10 |

| | |
|--------------------------------|-------|
| Peso del Recipiente | 7.06 |
| Peso del Concreto + Recipiente | 28.55 |
| S: Peso del concreto, Kg | 21.49 |

| | |
|---|--------|
| C | 1.63 L |
|---|--------|


| | | |
|---------------|---|-------|
| EXUDACION (%) | = | 5.35% |
|---------------|---|-------|

OBSERVACIONES: LA MUESTRA FUE PUESTA EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

Mgtr. José Antonio Paredes Vera
CIP 62794

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | VERSIÓN : | |
| | | PAGINA: 1 | |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

NTP 339.034

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"

SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA


FECHA : 26/5/2021

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | ÁREA | ESF. ROTURA | F _c DISEÑO | FECHA | | EDAD | ROTURA |
|----|--|---------|--------|---------------------|------------------------|------------------------|-----------|-----------|----------|--------|
| | | (kg) | (cm) | (cm ²) | (kg/cm ²) | (kg/cm ²) | MOLDEO | ROTURA | (DIAS) | % |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 10.55 cm. x 20.00 cm. | 7760.0 | 10.55 | 87.4 | 88.77 | 245 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 36.2% |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 10.60 cm. x 20.00 cm. | 10250.0 | 10.60 | 88.2 | 116.15 | 245 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 47.4% |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 10.56 cm. x 20.00 cm. | 9170.0 | 10.56 | 87.6 | 104.70 | 245 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 42.7% |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 10.56 cm. x 20.00 cm. | 9270.0 | 10.56 | 87.6 | 105.84 | 245 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 43.2% |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 10.58 cm. x 20.00 cm. | 9120.0 | 10.58 | 87.9 | 103.74 | 245 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 42.3% |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 10.50 cm. x 20.00 cm. | 8800.0 | 10.50 | 86.6 | 101.63 | 245 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 41.5% |

OBSERVACIONES :

LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 En: GEOTECNIA Y TRANSPORTE

| | | | | |
|---|---|--|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | | VERSIÓN : | |
| | | | PAGINA: 1 | |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

NTP 339.034


PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
 : BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
FECHA : 16/6/2021

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | ÁREA | ESF. ROTURA | F ^c DISEÑO | FECHA | | EDAD | ROTURA |
|----|--|---------|--------|---------------------|------------------------|------------------------|-----------|-----------|----------|--------|
| | | (kg) | (cm) | (cm ²) | (kg/cm ²) | (kg/cm ²) | MOLDEO | ROTURA | (DIAS) | % |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 10.60 cm. x 20.00 cm. | 12300.0 | 10.60 | 88.2 | 139.38 | 245 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 56.9% |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 10.54 cm. x 20.00 cm. | 13660.0 | 10.54 | 87.3 | 156.56 | 245 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 63.9% |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 10.50 cm. x 20.00 cm. | 13160.0 | 10.50 | 86.6 | 151.98 | 245 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 62.0% |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 10.53 cm. x 20.00 cm. | 12890.0 | 10.53 | 87.1 | 148.02 | 245 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 60.4% |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 10.52 cm. x 20.00 cm. | 12740.0 | 10.52 | 86.9 | 146.57 | 245 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 59.8% |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 10.50 cm. x 20.00 cm. | 13340.0 | 10.50 | 86.6 | 154.06 | 245 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 62.9% |

OBSERVACIONES :
 LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esd. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | *INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.* | VERSIÓN : | |
| | | PAGINA: 1 | |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS


NTP 339.034

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
: BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
FECHA : 26/5/2021

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | ÁREA | ESF. ROTURA | F'c DISEÑO | FECHA | | EDAD | ROTURA |
|----|--|--------|--------|---------------------|------------------------|------------------------|-----------|-----------|----------|--------|
| | | (kg) | (cm) | (cm ²) | (kg/cm ²) | (kg/cm ²) | MOLDEO | ROTURA | (DIAS) | % |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 10.55 cm. x 20.00 cm. | 9180.0 | 10.55 | 87.4 | 105.01 | 280 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 37.5% |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 10.57 cm. x 20.00 cm. | 9210.0 | 10.57 | 87.7 | 104.96 | 280 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 37.5% |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 10.54 cm. x 20.00 cm. | 9880.0 | 10.54 | 87.3 | 113.24 | 280 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 40.4% |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 10.52 cm. x 20.00 cm. | 9150.0 | 10.52 | 86.9 | 105.27 | 280 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 37.6% |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 10.54 cm. x 20.00 cm. | 9520.0 | 10.54 | 87.3 | 109.11 | 280 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 39.0% |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 10.56 cm. x 20.00 cm. | 9600.0 | 10.56 | 87.6 | 109.61 | 280 | 19/5/2021 | 26/5/2021 | 7 | 39.1% |

OBSERVACIONES :
LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


Ing. Edwin Yoel Choque Guzmán
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTES

| | | | | |
|---|---|--|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.* | | VERSIÓN : | |
| | | | PAGINA: 1 | |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

NTP 339.034


PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
 : BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
FECHA : 16/6/2021

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | ÁREA | ESF. ROTURA | F _c DISEÑO | FECHA | | EDAD | ROTURA |
|----|--|---------|--------|---------------------|------------------------|------------------------|-----------|-----------|----------|--------|
| | | (kg) | (cm) | (cm ²) | (kg/cm ²) | (kg/cm ²) | MOLDEO | ROTURA | (DIAS) | % |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 10.55 cm. x 20.00 cm. | 14100.0 | 10.55 | 87.4 | 161.30 | 280 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 57.6% |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 10.58 cm. x 20.00 cm. | 12810.0 | 10.58 | 87.9 | 145.71 | 280 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 52.0% |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 10.60 cm. x 20.00 cm. | 13880.0 | 10.60 | 88.2 | 157.29 | 280 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 56.2% |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 10.56 cm. x 20.00 cm. | 13820.0 | 10.56 | 87.6 | 157.79 | 280 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 56.4% |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 10.58 cm. x 20.00 cm. | 13220.0 | 10.58 | 87.9 | 150.37 | 280 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 53.7% |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 10.50 cm. x 20.00 cm. | 14090.0 | 10.50 | 86.6 | 162.72 | 280 | 19/5/2021 | 16/6/2021 | 28 | 58.1% |

OBSERVACIONES :
 LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | VERSIÓN : | |
| | | PAGINA: 1 | |

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE BRIQUETAS DE CONCRETO

MTC E 708

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"

SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA


FECHA : 24/5/2021

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA (kg) | Ø (cm) | LONGITUD (cm) | F _c DISEÑO (kg/cm ²) | FECHA | | EDAD (DIAS) | TRACCIÓN INDIRECTA $\tau = \frac{2P}{\pi ld}$ (kg/cm ²) |
|----|--|-----------------|-------------|--------------------|---|-----------|-----------|------------------|--|
| | | | | | | MOLDEO | ROTURA | | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 15.03 cm. x 29.85 cm. | 11940.0 | 15.03 | 29.9 | 245 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 16.94 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 15.02 cm. x 29.80 cm. | 12230.0 | 15.02 | 29.8 | 245 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 17.39 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 15.00 cm. x 29.86 cm. | 11560.0 | 15.00 | 29.9 | 245 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 16.43 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 15.05 cm. x 29.88 cm. | 11860.0 | 15.05 | 29.9 | 245 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 16.79 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 15.03 cm. x 29.88 cm. | 12120.0 | 15.03 | 29.9 | 245 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 17.18 |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 15.00 cm. x 29.85 cm. | 11930.0 | 15.00 | 29.9 | 245 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 16.96 |

OBSERVACIONES :
LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE
A SOLICITUD DE LOS INTERESADOS DE LA INVESTIGACIÓN SE REALIZO A ROTURA A LOS 7 DIAS



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTF

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." | VERSIÓN : | |
| | | PAGINA: 1 | |

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE BRIQUETAS DE CONCRETO


MTC E 708

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
 SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
 : BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
 FECHA : 14/6/2021

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | LONGITUD | F _c DISEÑO | FECHA | | EDAD | TRACCIÓN INDIRECTA |
|----|--|---------|--------|----------|------------------------|-----------|-----------|----------|--|
| | | (kg) | (cm) | (cm) | (kg/cm ²) | MOLDEO | ROTURA | (DIAS) | $T = \frac{2P}{\pi L d}$ (kg/cm ²) |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 15.05 cm. x 29.90 cm. | 13470.0 | 15.05 | 29.9 | 245 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 19.06 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 15.06 cm. x 30.05 cm. | 13530.0 | 15.06 | 30.1 | 245 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 19.03 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 15.00 cm. x 30.00 cm. | 13510.0 | 15.00 | 30.0 | 245 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 19.11 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 15.04 cm. x 29.98 cm. | 13450.0 | 15.04 | 30.0 | 245 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 18.99 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 15.10 cm. x 29.95 cm. | 13580.0 | 15.10 | 30.0 | 245 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 19.12 |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 15.15 cm. x 30.01 cm. | 13430.0 | 15.15 | 30.0 | 245 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 18.81 |

OBSERVACIONES :
 LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Katherine C. Momeni Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 226280

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | *INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.* | VERSION : | |
| | | PAGINA: 2 | |

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE BRIQUETAS DE CONCRETO

MTC E 708


PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA - SAN GABAN III, 2021"
 SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
 : BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA
 FECHA : 24/5/2021

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | LONGITUD | F _c DISEÑO | FECHA | | EDAD | TRACCIÓN INDIRECTA |
|----|--|---------|--------|----------|------------------------|-----------|-----------|----------|--|
| | | (kg) | (cm) | (cm) | (kg/cm ²) | MOLDEO | ROTURA | (DIAS) | $T = \frac{2P}{\pi L d}$ (kg/cm ²) |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 15.07 cm. x 29.62 cm. | 13150.0 | 15.07 | 29.6 | 280 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 18.75 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 15.02 cm. x 29.76 cm. | 13520.0 | 15.02 | 29.8 | 280 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 19.26 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 15.05 cm. x 29.90 cm. | 13480.0 | 15.06 | 29.9 | 280 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 19.06 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 15.00 cm. x 29.85 cm. | 12850.0 | 15.00 | 29.9 | 280 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 18.27 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 15.05 cm. x 29.88 cm. | 12990.0 | 15.05 | 29.9 | 280 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 18.39 |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 15.02 cm. x 29.90 cm. | 13240.0 | 15.02 | 29.9 | 280 | 17/5/2021 | 24/5/2021 | 7 | 18.77 |

OBSERVACIONES :
 LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE
 A SOLICITUD DE LOS INTERESADOS DE LA INVESTIGACIÓN SE REALIZO A ROTURA A LOS 7 DIAS



 Ing. Edwin Joel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

| | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
|  | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | *INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.* | VERSIÓN : | |
| | | PAGINA: 2 | |

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE BRIQUETAS DE CONCRETO

MTC E 708

PROYECTO : TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO AGREGADOS DE VOLADURA DEL TUNEL DE CONDUCCIÓN CENTRAL HIDROELECTRICA - SAN GABAN III, 2021"

SOLICITANTE : BACH. WILBER YERSON CHOQUE MACHACA
BACH. WILMER JHON HANCCO CANSAYA

FECHA : 14/6/2021

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | LONGITUD | F _c DISEÑO | FECHA | | EDAD | TRACCIÓN INDIRECTA |
|----|--|---------|--------|----------|------------------------|-----------|-----------|----------|--|
| | | (kg) | (cm) | (cm) | (kg/cm ²) | MOLDEO | ROTURA | (DIAS) | $T = \frac{2P}{\pi L d}$ (kg/cm ²) |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 01 15.10 cm. x 30.00 cm. | 14720.0 | 15.10 | 30.0 | 280 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 20.69 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 02 15.05 cm. x 30.10 cm. | 14700.0 | 15.05 | 30.1 | 280 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 20.66 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 03 15.10 cm. x 30.00 cm. | 14520.0 | 15.10 | 30.0 | 280 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 20.41 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 04 15.06 cm. x 29.95 cm. | 14900.0 | 15.06 | 30.0 | 280 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 21.03 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 05 15.10 cm. x 29.98 cm. | 14790.0 | 15.10 | 30.0 | 280 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 20.80 |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA M - 06 15.07 cm. x 30.00 cm. | 15000.0 | 15.07 | 30.0 | 280 | 17/5/2021 | 14/6/2021 | 28 | 21.12 |

OBSERVACIONES :
LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280

Product Certification

This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM C1231 D2000
AASHTO T22
EN 933-8

PRODUCT DESCRIPTION: PAD CAP, 6 IN (15.2 CM), 60 DUROMETER

MODEL: LA-0149

DIAMETER: 6 IN

DATA: 02/02/2021



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408
email - sales@forneyonline.com




Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



Equipos para Laboratorio de Ingeniería Civil: Suelo, Asfalto, Concreto, Agregado y Granulometría

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM C- 1231

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Plato de retención maquinado: 6" diámetro.
Incluye un juego de almohadillas: 60 durómetros.
Marca de la almohadilla: FORNEY – USA.

NOMBRE DEL PRODUCTO: EQUIPO DE ECONOCAP DE 6"

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS311

SERIE DEL PRODUCTO: 248

FECHA: 02/02/2021



Calle 4, Mz. F1 Lt. 5 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 522 0723
Cel: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
ventas@pys.pe / apozo@pys.pe
www.pys.pe

Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad



Katherine C. Mamen Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280

PROTOCOLO DE CALIBRACIÓN

Prueba No. 1410-21

Fecha: 03/02/2021

MARCA: PYS EQUIPOS
SOLICITANTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.
UBICACIÓN: LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS
TIPO DE MAQUINA: PRENSA CONCRETO
No. SERIE: 207
MODELO: PYS5001
CAPACIDAD MÁXIMA: 100000 kgf
DIVISIONES: 100000
DIVISIÓN DE ESCALA: $(d) = (e) = 0.1$
CARGA MÁXIMA: 120000 KGF

| Lectura Máquina (Fi) | | | Lectura del patrón | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------------------|--------|---------|--------|-------------------|
| | | | 1(ASC) | 2(ASC) | 2(DESC) | 3(ASC) | PROMEDIO LECTURAS |
| % | kgf | kN | kN | kN | kN | kN | kN |
| 10 | 10000 | 98.07 | 97.77 | 97.97 | --- | 98.16 | 97.97 |
| 20 | 20000 | 196.13 | 195.94 | 196.23 | --- | 196.33 | 196.23 |
| 30 | 30000 | 294.20 | 294.20 | 294.40 | --- | 294.30 | 294.30 |
| 40 | 40000 | 392.26 | 392.36 | 392.56 | --- | 392.76 | 392.56 |
| 50 | 50000 | 490.33 | 490.63 | 490.72 | --- | 490.92 | 490.72 |
| 60 | 60000 | 588.39 | 588.50 | 588.69 | --- | 588.89 | 588.69 |
| 70 | 70000 | 686.46 | 686.66 | 686.76 | --- | 686.86 | 686.76 |
| 80 | 80000 | 784.52 | 784.34 | 784.73 | --- | 784.63 | 784.63 |
| 90 | 90000 | 882.59 | 882.50 | 882.79 | --- | 882.99 | 882.79 |
| 100 | 100000 | 980.65 | 979.98 | 980.27 | --- | 980.08 | 980.08 |
| Lectura máquina después de la fuerza | | | 0 | 0 | --- | 0 | --- |

| Lectura Máquina (Fi) | | | Cálculo de errores relativos | | | | Resolución | Incertidumbre |
|----------------------|--------|--------|------------------------------|---------------|----------------|------------|------------|----------------------------|
| | | | Exactitud | Repetibilidad | Reversibilidad | Accesorios | | |
| % | kgf | kN | q(%) | b(%) | v(%) | acc(%) | a(%) | U(%) |
| 10 | 10000 | 98.07 | 0.10 | 0.40 | --- | --- | 0.102 | 0.338 |
| 20 | 20000 | 196.13 | -0.05 | 0.20 | --- | --- | 0.051 | 0.274 |
| 30 | 30000 | 294.20 | -0.03 | 0.07 | --- | --- | 0.034 | 0.244 |
| 40 | 40000 | 392.26 | -0.08 | 0.10 | --- | --- | 0.025 | 0.247 |
| 50 | 50000 | 490.33 | -0.08 | 0.06 | --- | --- | 0.020 | 0.243 |
| 60 | 60000 | 588.39 | -0.05 | 0.07 | --- | --- | 0.017 | 0.243 |
| 70 | 70000 | 686.46 | -0.04 | 0.03 | --- | --- | 0.015 | 0.241 |
| 80 | 80000 | 784.52 | -0.01 | 0.05 | --- | --- | 0.013 | 0.242 |
| 90 | 90000 | 882.59 | -0.02 | 0.06 | --- | --- | 0.011 | 0.242 |
| 100 | 100000 | 980.65 | 0.06 | 0.03 | --- | --- | 0.010 | 0.241 |
| Error de cero lo (%) | | | 0 | 0 | No aplica | 0 | No aplica | Error max. de cero(0)=0.00 |

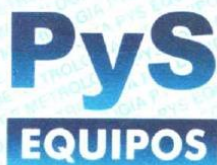


Katerine G. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."



LABORATORIO DE METROLOGIA

Página : 3 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration

Número: 1410 / 21

Number:

TRAZABILIDAD:

PATRÓN DE CALIBRACIÓN CELDA DE CARGA

Marca PYS
Serie N° 91
Capacidad 200000 kg (nominal)

INDICADOR DIGITAL HIWEIGH

Modelo 315-X5
Serie N° 0332565

La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 052-20

UNIDADES EMPLEADAS

Sistema internacional de unidades

RECOMENDACIONES:

- 1- Es necesario implementar un programa de comprobación continua de la MAQUINA con patrones adecuados.
- 2- Se debe implementar un programa de aseo permanente para la MAQUINA. Esto con el fin de tratar de garantizar un correcto funcionamiento

FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized signatures.

EIP

Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto Metrologia

Amed Castillo E.
Calibrado por:
Amed Castillo E.
Técnico



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration

Número: 1410 / 21

Number:

OBJETO DE PRUEBA : PRENSA DE CONCRETO
 TRABAJO REALIZADO : CALIBRACIÓN
 METODO UTILIZADO : COMPARACIÓN DIRECTA
 SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

La MAQUINA descrita **CUMPLE** con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma ASTM E74-06 y se procedió a aplicar valores de carga indicadas en la página 4. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga de celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

| | | | | | |
|-------------------------|------|---|----------------------|-------|---|
| Error de Exactitud | 0.10 | % | Error de cero | 0 | % |
| Error de Repetibilidad | 0.40 | % | Error por accesorios | — | % |
| Error de Reversibilidad | — | % | Resolución | 0,102 | % |

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional ISO 7500-1 la máquina de ensayos se encuentra clasificada

Escala 100.000 kgf Compresión Clase 1 Desde el 10% hasta el 100%

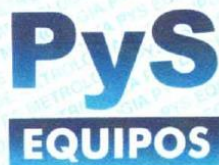


Katerine C. Mamaní Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."



LABORATORIO DE METROLOGIA

Página : 1 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número: 1410 / 21

Certificate of calibration

Number:

INSTRUMENTO : PRENSA CONCRETO
Instrument

MARCA : PYS EQUIPOS
Manufacturer

MODELO : PYS5001
Model

NÚMERO DE SERIE : 207
Serial Number

RANGO DE MEDICION : 0 – 100.000 kgf
Measurement range

SOLICITANTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.
Customer

DIRECCION : JR. TARMA NRO. 252 URB. LAS MERCEDES PUNO
Address - SAN ROMAN - JULIACA

CLASE DE PRECISION : 1
Accuracy

FECHA DE CALIBRACION : 03 – 02 – 2021
Date of calibration

NUMERO DE PAGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: (CUATRO)

Number of pages of this certificate and documents attached

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.

This certificate is an accurate record of the results of measurements performed. This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing organization.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The result of this certificate refers to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing organization assumes no responsibility for damages ensuing misuse of the calibrated instruments.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

The user is responsible for having the apparatus calibrated at appropriated intervals.



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."